ROCÍO VIDAL

LA GATA DE SCHRÖDINGER

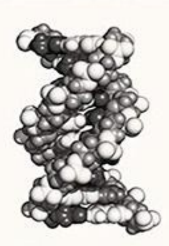
¡EUREKA!

Galileo abjura del heliocentrismo ante la Santa Inquisición

El científico ha reconocido su «herejía» y ha renunciado a creer en la teoría copernicana de que la Tierra no es el centro del universo, sino que se mueve alrededor del Sol.

ESTRUCTURA DEL ADN

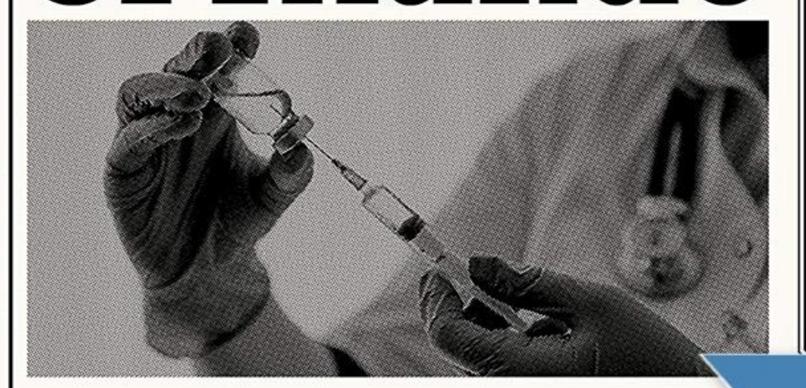
Rosalind Franklin



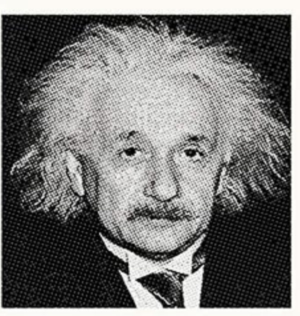
Confirmado: la estructura del ADN es de doble hélice

El secreto mejor guardado de nuestro organismo hasta la fecha ha sido desvelado gracias al trabajo de cuatro científicos.

50 DESCUBRIMIENTOS CIENTÍFICOS que cambiaron el mundo



Teoría general de la relatividad: **¡COMPROBADA!**



El cosmos se comporta como Einstein predijo y refuta a Newton. Gracias al eclipse solar, el astrónomo Arthur Eddington ha podido observar que, en efecto, la gravedad curva el espacio-tiempo.

UN COMERCIANTE OBSERVA POR PRIMERA VEZ SU PROPIO ESPERMA CON EL MICROSCOPIO:

afirma que son «pequeños animálculos con una larga cola».



¿Quién fue el primero en descubrir las células? ¿Y la química que logró desentrañar la estructura del ADN? ¿Sabías que Napoleón Bonaparte ayudó a promover la vacunación? ¿O por qué fue tan importante lograr aislar la partícula infecciosa de un virus?

El conocimiento científico se hace cada vez más necesario para comprender el mundo en que vivimos, pero son muy pocos los que son capaces de enseñárnoslo con rigor, amenidad y sencillez, como lo hace Rocío Vidal. Conocida como La Gata de Schrödinger y una de las divulgadoras más conocidas de España, la autora nos lleva en este libro a un viaje fascinante —como si fuésemos espectadores privilegiados en vivo y en directo— a través de los grandes descubrimientos científicos de todos los tiempos.

Lleno de anécdotas increíbles, información contrastada y datos asombrosos, *¡Eureka!*, es el homenaje a la ciencia que todos necesitamos, y la mejor manera de adentrarnos en esta maravillosa disciplina.

Rocío Vidal

¡Eureka!

ePub r1.0
Un_Tal_Lucas 24-08-2021

Editor digital: Un_Tal_Lucas
ePub base r2.1


A mi abuela Loli, porque no puedo contar historias sin pensar en la suya, relato de una de esas mujeres que luchó para hacerse valer en una sociedad más sombría.
Gracias por hacernos fuertes a las que llegamos después.

Introducción

Decía el gran escritor y divulgador Isaac Asimov que «la frase más emocionante que se puede oír en ciencia, cuando se anuncia un nuevo descubrimiento, no es "Eureka" ('lo encontré'), sino "Es extraño"». En este recorrido histórico, encontraremos de todo: «Lo encontré», «es extraño», «¿qué significa esto?», «¿por qué brilla esa luz?», «¿por qué las partículas se comportan así?»… En definitiva, «¿por qué el universo es tan insólito?».

Batallas científicas como «la guerra de las corrientes», obras que determinaron el curso de la historia como *Principia*, científicos enfrentados a la Santa Inquisición, debates históricos entre la religión y la ciencia por la evolución, mujeres que desafían la discriminación de su tiempo… Hechos que determinaron el devenir de una sociedad, con sus luces y sombras, su epicidad y su cotidianeidad.

Lo que hace fascinante a la ciencia es lo impredecible de los resultados, lo desconcertante de algunas de sus aplicaciones, la serendipia, o lo que llevas años persiguiendo, y de repente, aparece. Cuando el lector haya finalizado este viaje a través de la historia, espero que sienta esa sensación de día a día del trabajo científico, pero también se pierda entre lo fascinante que es recrear cómo impactó un avance científico en un momento de la historia.

Si algo nos enseña ahondar entre las entrañas de los descubrimientos científicos, es que la ciencia es un trabajo colectivo; que pocas veces es un único nombre propio el responsable de todo y eso causa rencillas por la autoría; que el conocimiento acumulativo a lo largo de los siglos es lo que nos permite avanzar, ya sea para seguir construyendo o para tirar el castillo de naipes; y que la prueba y error, la decepción y el trabajo constante durante años es, en muchas ocasiones, lo que te acaba llevando a ese ansiado «Eureka».

Algunos de los llamados en este libro «descubrimientos científicos» son en realidad inventos tecnológicos, pero no entraremos en el debate sobre si la realidad se descubre o más bien se construye científicamente. Ese es un tema

que trae de cabeza a los filósofos de la ciencia, pero que no es el objetivo de esta obra. Sean inventos, construcciones teóricas o descubrimientos, los hitos que recogemos revolucionaron, a su modo, nuestro mundo.

En cuanto a los 50 descubrimientos, como afirma nuestro rico refranero español: «Ni son todos los que están, ni están todos lo que son». Hemos hecho una selección con base en distintos factores: relevancia histórica, anécdota del hecho concreto, aplicación posterior, para resaltar una o varias figuras, o capacidad para encontrar información fiable y de calidad. Debido a este último factor, algunas noticias de la Antigüedad se han quedado fuera, por la imposibilidad de obtener datos medianamente verídicos, y las que están se han adaptado con cierta licencia creativa para explicar el contexto. Con el avance de los siglos, la información que ha llegado hasta nuestros días es mucho más rigurosa y cada dato y fecha están debidamente estudiados. Seguro que muchos de los lectores pensarán que nos hemos dejado alguna noticia esencial, y es probable que tengan razón. Quizá, en este caso, una segunda parte sí sea pertinente.

El propósito de este libro es que podáis leer cada capítulo como si fuese el gran titular de un periódico recién salido de la imprenta, y vivir así el descubrimiento en cada época, como si fuese en vivo y en directo. Por ello, podéis transportaros directamente a la noticia que más os atraiga, o seguir la línea histórica para entender mejor el avance a lo largo de los siglos.

Por último, debo dar las gracias al divulgador, filósofo e historiador de la ciencia Luis Cortés Briñol, que ha sido un apoyo clave en la documentación para que este libro esté ahora en vuestras manos. No os entretengo más: cerrad un momento los ojos, agarraos bien a la silla y al periódico que tenéis en vuestras manos, pues estáis a punto de teletransportaros, en cuestión de una página, a otro tiempo y otro lugar.

Disfrutad del viaje.

Antigüedad y Edad Media

Teorema de Pitágoras: Pitágoras de Samos y los pitagóricos

El teorema del triángulo que nos muestra la perfección de nuestro universo

A pesar del secretismo de la hermandad de Pitágoras, ahora conocemos algunos de los saberes que allí se comparten

Alrededor del año 530 a. C.

Todos en el territorio de Crotona somos conocedores del ambiente de misticismo y secretismo que envuelve la hermandad de Pitágoras, una escuela inspirada en el orfismo (la concepción de que el ser humano alcanza la catarsis mediante el cultivo de las matemáticas y la música) y fundada hace unos años por Pitágoras de Samos tras huir de su lugar de origen por culpa del tirano Polícrates.

Pitágoras ha adquirido sus conocimientos durante sus viajes a Siria, Egipto, Babilonia y otras regiones de Oriente. Su padre es el mercader Mnesarco de Tiro, y su madre Pythais es natural de Samos, en Jonia.



Pitagóricos celebrando la salida del sol.

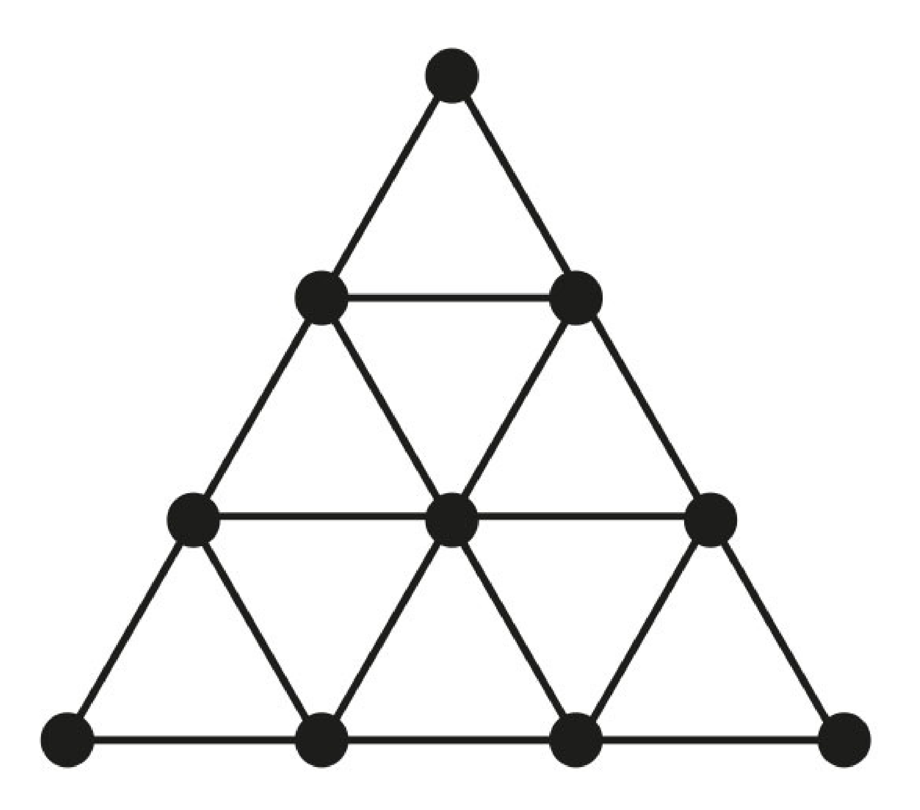
Es muy difícil conocer los saberes que se descubren y se comparten en la hermandad, y muchos de nuestros conciudadanos se muestran recelosos ante la presencia de un grupo tan excéntrico e iluminado, pero este diario ha tenido acceso en exclusiva a su teoría sobre los números y a su teorema sobre los triángulos rectángulos que nos ha dejado completamente fascinados.

Experimentando con los números

A Pitágoras y a sus discípulos no les interesa resolver problemas matemáticos, sino el concepto de los números, de las figuras geométricas, sus principios, etc. Buscan llegar a la esencia de todo mediante la abstracción.

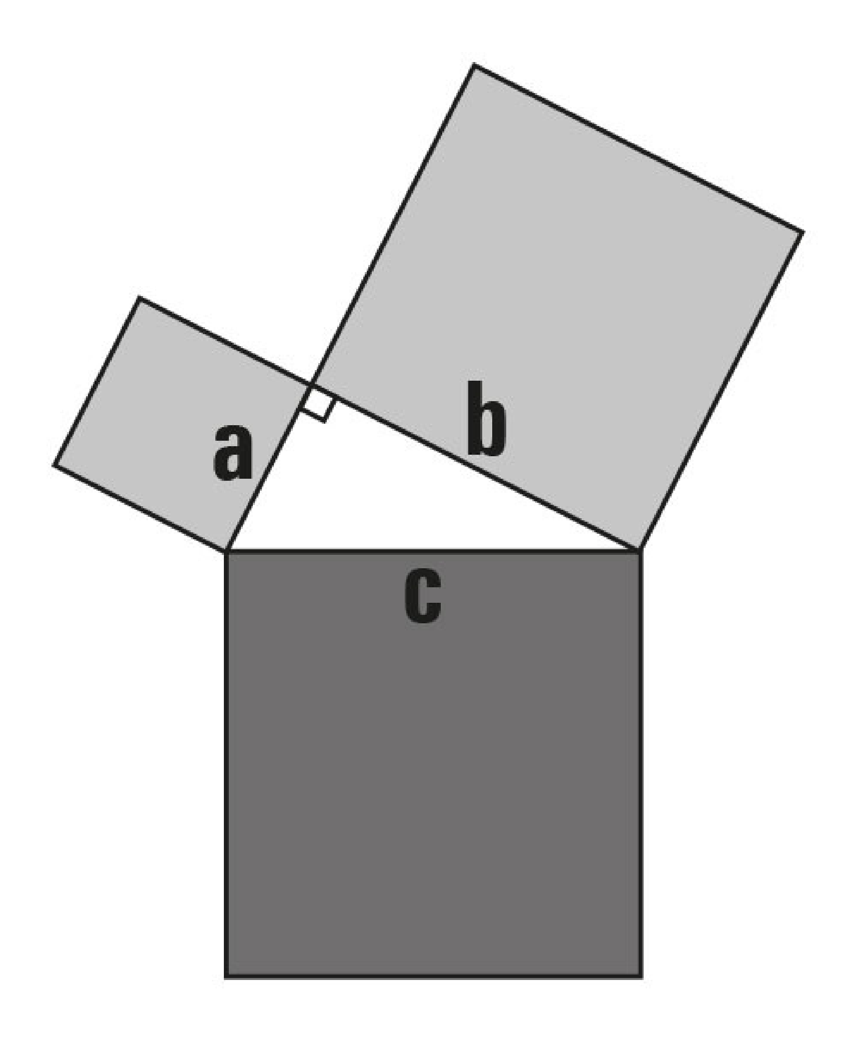
Pitágoras otorga a los números propiedades como «personalidad», los distingue entre «masculinos y femeninos» o «pares o impares».

Los pitagóricos han diseñado la *tetraktys*, una representación gráfica con forma de triángulo equilátero (con todos los lados iguales) consistente en diez puntos ordenados en cuatro filas, con uno, dos, tres y cuatro puntos en cada una. Es su figura sagrada y consideran que el poder que emana de ella es enorme dada su perfección.



El diez es el resultado de sumar el número de puntos de cada fila. Es el número perfecto que revela la armonía del todo.

La fascinación de los pitagóricos por los triángulos no acaba aquí: también han desarrollado un teorema sobre los triángulos rectángulos (aquellos que contienen un ángulo recto, o sea, de 90 grados). La ley es sencilla y armoniosa: «En todo triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos (los lados que forman el ángulo recto)».



Dejando de lado los triángulos, hay números que tienen significado por sí mismos, un poder especial que les une al universo:

1. La Unidad: lo divino, el origen de todas las cosas. El ser inmanifestado.

2. La Díada: el desdoblamiento del punto, origen de la dicotomía masculino-femenino y espejo de la dualidad interna de todos los seres.

3. La Tríada: los tres niveles del mundo (celeste, terrestre e infernal).

4. El Cuaternario: los cuatro elementos (tierra, aire, fuego y agua).

El misticismo y la profunda religiosidad de la hermandad les apartan de la vida mundana de su alrededor, con lo que sabemos muy poco de este grupo de estudiosos del universo y las matemáticas. En la hermandad se llevan a cabo, entre otras prácticas, la vida comunal, el ascetismo (la abstención de los placeres mundanos) y el orfismo.

Viaje en el tiempo

No hay evidencias exactas de que fuera el mismo Pitágoras quien desarrolló el famoso teorema, ya que uno de los principios de la Escuela Pitagórica era atribuir todos los hallazgos a su maestro, pero le hemos dado a la imaginación y hemos ubicado de forma ficticia el descubrimiento en el tiempo en el que los pitagóricos se mudaron a Crotona.

El teorema de Pitágoras es una relación matemática muy importante que sirve para determinar alturas, áreas y distancias. Se puede usar para medir longitudes donde intervengan triángulos rectángulos, como ocurre por ejemplo en las excavaciones arqueológicas a la hora de asegurarse de que las rejillas que delimitan la zona de la excavación correspondan a un rectángulo. Si hay un ámbito en el que el teorema ocupe su máximo protagonismo, ese es el de la trigonometría, pues nos permite hallar el seno, el coseno y la tangente de cualquier triángulo rectángulo sin importar su tamaño.

Geometría: Euclides de Alejandría y su escuela

Llega la obra más extensa que resuelve todos los problemas matemáticos: *Elementos*

Euclides y su escuela nos regalan un compendio de trece volúmenes de conocimiento acumulado jamás visto hasta la fecha

Año 300 a. C.

Euclides y su escuela, localizada en Alejandría, han dado a conocer su obra más excelsa, en la que hacen un recorrido por el conocimiento matemático del que disponemos hasta la fecha, y no solo lo describen, sino que, mediante el método deductivo, resuelven todos los problemas intelectuales a los que un ciudadano puede verse enfrentado.

Euclides fue llamado por el rey Ptolomeo I, gobernante de Egipto, para que enseñara matemáticas en Alejandría, cuna del conocimiento. Unos años después, gracias al saber que ha compartido con los allegados a su escuela, Euclides ha redactado junto con ellos una obra sin parangón, basándose en el conocimiento de sus antecesores, como el matemático Pitágoras, el filósofo y discípulo de Platón Eudoxo de Cnido o el matemático Teeteto.

Elementos, el libro más completo de nuestra época

La obra consta de trece volúmenes que abarcan distintos ámbitos del conocimiento, entre los cuales destaca la geometría. Los libros del I al IV tratan la geometría elemental. En el primero se ofrece una serie de definiciones, suposiciones no probadas y nociones comunes, como que «las cosas iguales a la misma cosa son iguales entre sí» o que «el todo es mayor que la parte».

También en ese primer libro se hace una demostración de teoremas importantes sobre triángulos y paralelogramos, como el teorema de Pitágoras. El libro II trata del álgebra, el III de los círculos, el IV de los polígonos regulares, el V de la teoría de razones y proporciones, el VI de los problemas de aplicación de áreas, los que comprenden del VII al IX versan sobre teoría general de números y aritmética, en el X habla de la inconmensurabilidad, y del XI al XIII de las figuras tridimensionales.

De acuerdo con el método deductivo, Euclides comienza con nociones a las que siguen definiciones y, partiendo de ahí, demuestra los teoremas en un ejercicio intelectual soberbio.

Los puntos, las líneas, las dimensiones

En el libro V, Euclides desarrolla los postulados de *Elementos*, que son cinco. Algunos de los más sencillos son: «Se puede trazar una recta desde un punto a otro cualquiera», «Todos los ángulos rectos son iguales» o «Es posible dibujar un círculo con cualquier centro y radio».

Según Euclides, un punto no tiene tamaño ni profundidad, así que se le asigna una dimensión nula o de cero. Una línea sí tiene longitud, y por lo tanto su dimensión es uno. Una superficie, como un cuadrado o un triángulo, no tiene espesor ni tiene altura, por lo que tiene dimensión dos: ancho y largo. Sin embargo, un cuerpo sólido, como un cubo, tiene dimensión tres: largo, ancho y alto. La idea de las dimensiones nos hace abstraernos de las formas que vemos a nuestro alrededor.

Asimismo, Euclides ha descrito los tres tipos de triángulos según sus lados: equilátero, isósceles y escaleno. Además, el triángulo rectángulo es el que tiene un ángulo recto. Así, menciona y demuestra el teorema de Pitágoras, según el cual la longitud de la hipotenusa es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los catetos.

Este desborde de sabiduría matemática estamos seguros de que influirá en el saber de los ciudadanos durante muchos años.

De la vida de Euclides conservamos muy pocos datos, por eso ha sido imposible explayarse más sobre la biografía del personaje como tal. La explicación más plausible es que él fundara una escuela en Alejandría y que allí se desarrollara *Elementos*.

El libro *Elementos* ha sido el más influyente de todos los tratados científicos escritos, y continuó siendo la obra más respetada durante más de dos mil años, tras los cuales no ha sufrido prácticamente ninguna modificación. La obra de Euclides se convirtió en el canon geométrico y fue la principal fuente de teoremas hasta la llegada, en el siglo XIX, de la geometría no euclidiana.

Principio de Arquímedes: Arquímedes de Siracusa

Hierón II castiga con la muerte al orfebre que le engañó

El sabio Arquímedes ha destapado el engaño del oro impuro en la corona de Hierón, gracias a sus estudios sobre el volumen y la densidad

Alrededor del año 250 a. C.

«¡EUREKA!», exclamó Arquímedes de Siracusa mientras disfrutaba de los baños públicos. Este grito de júbilo, que en griego significa «lo descubrí», ha causado la condena a muerte de un orfebre de la ciudad. ¿Cómo se relacionan estos dos hechos?

Hierón II, el tirano de Siracusa, encargó una corona de oro a un orfebre. Le había entregado para ello un lingote de oro que, al terminar el lujoso objeto, el orfebre aseguró haber utilizado. Hierón quiso saber si realmente estaba hecha de oro puro, pues temía que lo hubieran engañado y se hubieran quedado con parte del oro. Le pidió a su sabio consejero Arquímedes que descubriera la verdad mediante su lógica e ingenio, y sin dañar la corona, ya que se trataba de un objeto muy delicado y valioso.

La verdad sobre la corona triunfal

Arquímedes pensó en el problema durante varios días, pero no parecía encontrar una solución. Él sabía que no todos los cuerpos son igual de densos: por ejemplo, el oro lo es más que la plata, porque esta pesa menos aunque ocupe el mismo volumen. Si el orfebre hubiera añadido otros metales que no fueran oro, la corona ocuparía un volumen más grande que el equivalente al

peso del oro. Pero ¿cómo podía Arquímedes calcular el volumen que tenía la corona?

Una tarde, mientras disfrutaba de un baño, observó que el agua de la bañera se derramaba por el borde conforme se le iba añadiendo más, y también notó que el nivel subía a medida que él se sumergía. Esto lo llevó a pensar que la cantidad de agua desplazada equivaldría al volumen de su propio cuerpo.

Y aquí llegó la idea que provocó el ¡Eureka!: para conocer el volumen de la corona de Hierón, podía sumergirla y medir la cantidad de líquido desplazado.

Así lo hizo, pues, y obtuvo su volumen. El siguiente paso era determinar si contenía algún metal que no fuera oro; para ello, solo tenía que comparar el volumen de la corona con el de una pieza de oro que pesase lo mismo que la corona. Adquirió la pieza necesaria y la sumergió para ver qué volumen de agua desplazaba; luego lo comparó con la corona. Descubrió que el volumen de agua desplazado por la pieza de oro puro era menor: eso significaba que la corona contenía algún otro metal más ligero (plata y quizá cobre) en su mezcla, lo que se traducía en que la corona tenía un volumen mayor.

Hierón, al enterarse de tamaña traición a su confianza, no ha sido benevolente y ha condenado al desdichado orfebre a la muerte.

Sobre los cuerpos flotantes

Arquímedes ha decidido desarrollar su idea sobre el peso y el volumen, y ha publicado sus principios en la obra *Sobre los cuerpos flotantes*.

El principio de Arquímedes se puede resumir así: un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado. El peso del objeto carece de importancia, puesto que lo único que determina el aumento del nivel en el fluido es el volumen del objeto.

Se habrán dado cuenta nuestros lectores de que cuando ellos reposan en el agua, pueden flotar hasta la superficie. Sin embargo, si alguna piedra se cayera en esa agua, aunque pesara lo mismo que el cuerpo de usted, lector, se hundiría sin remedio.

Suponemos que nos queda mucho por aprender sobre cómo se comporta la materia que nos rodea, pero algo nos queda claro: No traten de engañar al

tirano Hierón II, o ya saben cuál será su terrible final.

Viaje en el tiempo

La anécdota de la corona triunfal fue relatada por Vitruvio, arquitecto de la antigua Roma, pero no tenemos referencias del propio Arquímedes que puedan corroborar su veracidad.

Aun así, el experimento de Arquímedes se ha reproducido con éxito en la actualidad. Mediante la ayuda de útiles como los relojes de agua, se ha podido comprobar que las mediciones llevadas a cabo en la Antigüedad con una tecnología rudimentaria y mucho ingenio pudieron ser suficientes (si bien poco precisas) para que el genio matemático cumpliera eficazmente con las peticiones de Hierón II.

Este principio, además de ser básico para el cálculo de volúmenes cuando todavía no se disponía de técnicas avanzadas, fue clave para perfeccionar la flotación de barcos, globos aerostáticos, salvavidas, submarinos…, pues explica por qué algunos objetos pesados no se hunden. Por ejemplo, un barco moderno de acero puede flotar porque desplaza una gran cantidad de agua, mientras que una simple barra de acero se hunde instantáneamente.

Medicina y anatomía humana: Galeno de Pérgamo e Hipócrates de Alejandría

Galeno vuelve a compartir conocimiento tras la destrucción de sus manuscritos

El médico de la corte de Séptimo Severo publica *Sobre el método terapéutico* después del incendio de la biblioteca palatina

Alrededor del año 195

Galeno de Pérgamo, médico y cirujano de la corte de Séptimo Severo, y anteriormente también de Marco Aurelio, ha publicado *Sobre el método terapéutico*, un nuevo tratado en el que aporta conocimiento sobre medicina aplicada.

En el año 192, Galeno sufrió la pérdida de cientos de sus manuscritos debido al terrible incendio de la biblioteca del Palatino. Para el médico, lo peor fue que se quemaron muchos de sus pergaminos, manuscritos, obras inéditas y valiosísimas recetas médicas para terapias, además de su colección de medicinas e instrumentos médicos.

Tras el incidente, Galeno escribió un libro ese mismo año: *Sobre la consolación del dolor*, en el que hablaba del incendio y reflexionaba acerca del uso de los códices de libros, sobre el almacenamiento de la información, la fragilidad de la obra escrita y sobre las maneras de consolarse por la tragedia que supone la pérdida de conocimiento.

Galeno estudió Medicina en Corinto y Alejandría, y acabó siendo un referente de este campo. Regresó a Pérgamo con veintiocho años para ejercer como médico de gladiadores. Realizó este trabajo durante cuatro años, hasta el 162, cuando Galeno se trasladó a Roma para convertirse en médico de emperadores como Marco Aurelio, Cómodo y Séptimo Severo, a quien todavía atiende en la actualidad.

Galeno descubre el cuerpo humano

La mayoría del conocimiento de la anatomía de Galeno proviene de disecciones de animales (cerdos, por ejemplo), ya que en la actualidad la práctica y la experimentación con cadáveres humanos están terminantemente prohibidas. Algunas fuentes afirman que en el Museo de Alejandría recibió formación médica diseccionando cuerpos humanos, y que Galeno anhela volver a experimentar con personas.

Y esto no debería resultar extraño, pues fue al estudiar la función de los pulmones y el mecanismo de la respiración en un experimento cuando Galeno descubrió que el diafragma y los músculos pectorales expanden el pecho y llevan aire a los pulmones.

Las investigaciones de Galeno nos han llevado a conocer, entre otros hallazgos, que por las venas no circula aire, como pensaba el médico griego Erasístrato, sino sangre. Nos han desvelado también que el cerebro es el órgano encargado de controlar la voz, además de las funciones del riñón y la vejiga relacionadas con la micción, y que algunos músculos los controla la médula espinal.

Galeno es también un médico particularmente docto en neuroanatomía. Sus descripciones al respecto comienzan diferenciando de forma clara los conceptos de «nervio», «ligamento» y «tendón», con frecuencia confundidos entre sí. Indica que el nervio es lo que emerge del cerebro o la médula espinal; el ligamento, lo que nace del hueso; y el tendón, lo que se origina en un músculo.

Además, ha desarrollado una técnica para abrir el cerebro y ha estudiado la ausencia de dolor durante la disección de la médula, las venas del cerebro y el nervio óptico.

Discípulo del sabio Hipócrates

Otro de los referentes de la medicina desde hace siglos ha sido Hipócrates de Cos, por el cual Galeno se ha visto muy influenciado.

De Hipócrates, Galeno ha heredado su forma de concebir la medicina, que estaba muy marcada por dos de los maestros que le enseñaron la disciplina, y que eran estudiosos de los Tratados Hipocráticos: Estraconio y Sátiro.

De Hipócrates conocemos más su legado que su persona. El corpus hipocrático reúne unos sesenta escritos médicos, incluyendo el juramento hipocrático, que seguramente sean también obra de varios de sus discípulos.

Según Galeno, Hipócrates creó el juramento cuando empezó a instruir a aprendices que no eran de su propia familia, apartándose así de la tradición de los médicos de oficio. Entre sus principios, está el de «no dar a nadie medicamento mortal», «apartarse de toda injusticia voluntaria o corrupción» o «venerar como a mi padre a quien me enseñó el arte de la Medicina».

La medicina hipocrática tiene un elemento que la hacía muy interesante y rupturista con respecto de la tradición: las enfermedades son causadas por fuerzas naturales, en lugar de la voluntad de los dioses como nuestros antepasados creían. Galeno ha seguido con esta premisa para estudiar las enfermedades, pero le ha dado un nuevo enfoque.

Según la tradición hipocrática, cuyo esfuerzo se centraba en analizar a los enfermos, la causa de sus enfermedades estaba en las mismas personas; por ello los hipocráticos desarrollaron la «teoría de los humores». Esta teoría sostiene que la enfermedad es el resultado de un desequilibrio en el cuerpo de los cuatro humores: sangre, bilis negra, bilis amarilla y flema. Estos humores son fluidos que en personas sanas se mantienen en equilibrio, pero cuando uno de los cuatro se desestabiliza, aparecen enfermedades relacionadas hasta que se recupera el equilibrio[1].

Galeno, por otro lado, ha dividido los causantes de enfermedades en ingesta (aluvial), circunfusa (sólida, mecánica), excreta (líquida, vertida) y causante del crecimiento, entre otras. A su vez, ha dividido las enfermedades en externas e internas y, sus causas, en causas de acción inmediata y distante. También insiste en muchos de sus escritos en que la anatomía y la fisiología son la base del diagnóstico científico, el tratamiento y la prevención. Y, aunque al no poder diseccionar un cuerpo humano por motivo de las restricciones legales su conocimiento de este es más limitado, gracias a sus estudios realizados en vacas o cerdos ha logrado numerosas aproximaciones.

Viaje en el tiempo

Los especialistas coinciden en que el sistema médico creado por Galeno fue el que influyó más y durante más tiempo (1500 años) en la historia de la medicina. Este personaje sería a la medicina lo que Euclides fue a la geometría. Se le considera el iniciador de la anatomía comparada (debido a

sus muchos experimentos anatómicos y fisiológicos mediante disecciones de animales y sus inferencias sobre anatomía humana), y uno de los primeros experimentadores sistemáticos en el área de la medicina. Si Hipócrates era más teórico, Galeno era más empírico. Es por esa razón que Galeno representa el inicio de las bases científicas de la práctica médica.

Conocimiento del mundo y las estrellas: Hipatia de Alejandría

Un grupo de monjes cristianos extremistas secuestra y asesina a Hipatia por pagana

La filósofa y matemática Hipatia de Alejandría ha sido un referente del pensamiento y la enseñanza en los últimos años

Marzo del año 415

Hoy lamentamos la muerte de Hipatia, natural de Alejandría, capital de la diócesis del Imperio romano en Egipto.

Del trágico hecho conocemos que Hipatia fue raptada tras su rutinario paseo por la ciudad. La llevaron a la iglesia de Kaisarion, la desnudaron y la mataron golpeándola con piedras, haciéndole cortes y apuñalándola. Luego fue descuartizada y quemada.

Hay sospechas de que detrás del cruel asesinato se encuentran el patriarca y eclesiástico Cirilo y la Iglesia de Alejandría, que enviaron a varios monjes extremistas con el fin de acabar con la vida de una defensora de la ciencia y el pensamiento independiente[2].

Rindamos homenaje, en este escrito, a su recorrido y a su aportación al conocimiento del mundo.

La historia de una joven excepcional

Hipatia fue una excepción en todos los sentidos. Era hija del filósofo, astrónomo y matemático griego Teón de Alejandría, quien había sido, además, director de la famosa e impresionante Biblioteca de Alejandría, fundada hace seis siglos, durante el reinado de Ptolomeo II.

Teón formó a su talentosa hija de una manera singular. Hoy en día, la función de las niñas se limita a adquirir el aprendizaje adecuado para la buena realización de las tareas del hogar, para la crianza de los hijos y para ser diestras en la costura, y todo ello con objeto de convertirlas en buenas esposas.

Sin embargo, Teón instruyó a su hija en las matemáticas y los fundamentos de la filosofía, dándole la mejor educación. Más tarde, Hipatia se trasladó a Atenas y viajó por Italia, donde se formó en ciencias y filosofía.

Tras regresar a Alejandría, fundó su propio grupo en torno a la escuela de su padre, con el fin de enseñar matemáticas y geometría. Dio charlas públicas muy elocuentes sobre lo fascinante de nuestro universo y la necesidad de estudiarlo más a fondo.

Su pasión por las estrellas

Una de las aportaciones destacadas de Hipatia, y que contribuyó a difundir su saber entre los alumnos, fue el astrolabio: un instrumento que nos permite determinar la posición y altura de las estrellas sobre el cielo. Hipatia, aunque no fue la inventora, usó hábilmente el astrolabio con sus alumnos, lo popularizó y ella misma fabricó versiones mejoradas del mismo. También construyó algunos aparatos a modo de hidrómetros, partiendo de los modelos de Arquímedes.

Además, dejó varios escritos, tales como: sus comentarios sobre las *Secciones cónicas* del geómetra y astrónomo griego Apolonio de Perga, comentarios a la *Aritmética* del matemático Diofanto de Alejandría, o el «Canon astronómico»; esta tabla astronómica fue una revisión del Libro III del comentario de su padre Teón sobre el *Almagesto*, escrito en el siglo II por Claudio Ptolomeo.

Viaje en el tiempo

Hemos querido homenajear a la que probablemente fue una de las primeras mujeres científicas y matemáticas de la historia, y que ha trascendido hasta nuestros días por su brillantez y su esplendor.

Por desgracia, el gran problema de Hipatia y sus contemporáneos en Alejandría fue la destrucción de la Biblioteca de Alejandría. En el incendio se perdió un gran número de documentos, y hemos obtenido la mayor parte de la información solo a través de citas indirectas respecto al trabajo que allí se hizo. El fuego quemó una de las raíces de los grandes saberes de la Antigüedad.

Álgebra y numeración: Al-Juarismi

Un matemático árabe propone que dejemos atrás la numeración romana

Al-Juarismi ha publicado varios tratados donde explica matemáticas para la vida y presenta un cambio de numeración

Alrededor del año 825

Dejar atrás la numeración romana que nos ha acompañado durante siglos para adoptar una nueva numeración: esta es la propuesta del matemático árabe Abu Abdallah Muhammad ibn Mūsā al-Jwārizmī, conocido habitualmente como Al-Juarismi.

En su obra *Libro del cálculo con los números indios*, Al-Juarismi introduce la numeración india en Oriente Medio y Occidente mediante la difusión y la aplicación de la notación posicional, muy diferente a la que utilizamos actualmente.

En la propuesta importada por Al-Juarismi, destaca la utilización de nueve símbolos gráficos diferenciados y desvinculados de cualquier intuición visual directa para representar las unidades (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)[3]. Al-Juarismi ha mejorado esta notación en su obra y ha incluido la utilización del cero (0) para representar la ausencia de unidad, es decir, la nada. Además, fuera de la India, ha sido el primero en añadir las notaciones decimales o numeración por posición y el cero en un tratado sistemático.



Publicación original de *El libro de la suma y el equilibrio*, año 820.

Puede que, al provenir de un reputado matemático, la influencia de este trabajo sea clave para un cambio de paradigma en nuestra manera de calcular, ya que este nuevo sistema es más directo e intuitivo que el sistema romano, que emplea letras mayúsculas como símbolos para representar ciertos valores numéricos, por lo que todos los números se escriben como combinaciones de letras.

Sabiduría adquirida de nuestros antepasados

Al-Juarismi es uno de los intelectuales islámicos actuales que más se ha nutrido del conocimiento de sus predecesores.

Nació en Persia y de allí se desplazó a Bagdad, convocado por el califa abasí Al-Ma'mun, mecenas de los mejores intelectuales islámicos. En Bagdad se encuentra la Casa de la Sabiduría, que reúne una amplia biblioteca y hace las veces de centro de investigación, donde distinguidos eruditos de diversas religiones se reúnen para discutir asuntos científicos y para traducir fielmente casi todas las grandes obras griegas. Por lo tanto, Al-Juarismi y sus compañeros conocen y estudian obras como las de Diofanto, Euclides y Aristóteles, entre otros.

Así, los estudiosos islámicos tienen a su alcance las más ricas tradiciones matemáticas del mundo, no solo la griega, sino también la babilónica, la persa y la india.

Matemáticas para la vida cotidiana

Esta no es la primera obra reseñable de Al-Juarismi, ya que su influencia en el ámbito de las matemáticas ha sido muy grande en los últimos años, sobre todo desde la publicación de *Kitâb al-jabr wa al-muqâbala* (*El libro de la suma y el equilibrio*) hace cinco años.

El matemático ha recalcado que el objetivo de la obra es que resulte de utilidad en su aplicación práctica para la vida cotidiana: «[…] los hombres lo requieren constantemente en lo relativo a herencias, legados, particiones, juicios y demás interacciones legales y comerciales, o cuando se trata de la mensura de tierras, de la excavación de canales, de cálculos geométricos u otros objetos de varias clases y tipos».

El libro detalla más de ochocientos ejemplos prácticos para su aplicación en la solución de ecuaciones.

Primero, Al-Juarismi presenta los números naturales con las cuatro operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división y, a continuación, aborda la parte central y más importante del tema: la solución de ecuaciones. Estas pueden ser de dos tipos: lineales o cuadráticas, y están compuestas de unidades, raíces y cuadrados[4]. Además, el matemático plantea la cuestión de forma didáctica, de forma retórica y sin símbolos.

Al-Juarismi presenta seis tipos de ecuaciones (cuadrados iguales a números, cuadrados y números iguales a raíces[5], entre otras), y muestra

cómo reducirlas mediante *al-ŷabr* («compleción», consistente en eliminar los términos negativos de la ecuación) y *al-muqabala* («equilibrio», que trata de reducir los términos positivos de la potencia cuando aparecen a ambos lados de la ecuación).

Que la aplicación de estos cálculos a nuestra vida cotidiana es de gran utilidad es evidente. Pero ¿qué opinan nuestros lectores de este nuevo sistema de numeración? ¿Serían capaces de acostumbrarse a trabajar con símbolos y métodos totalmente distintos a los que se han usado hasta la fecha?

Viaje en el tiempo

Aunque la difusión de estas formas de numeración india tuvo mucha repercusión en su momento, costó varios siglos que se implantara en su totalidad. En Europa sucedió más o menos al mismo tiempo que la invención de la imprenta por Gutenberg en 1450. Grandes matemáticos también contribuyeron a la difusión de este sistema, como lo hizo Fibonacci con su libro *Liber Abaci*, publicado en 1202.

Los trabajos matemáticos de Al-Juarismi se utilizaron en las universidades europeas hasta el siglo XVII. Con su obra despertó, tanto en los países árabes como en Occidente, el interés por la disciplina y el estudio de las importantes obras de Euclides y Diofanto. El álgebra se siguió desarrollando mucho después con importantes avances, ya en la era moderna, a los que contribuyeron las obras de Louis de Lagrange y Carl Friedrich Gauss.

Edad Moderna

La experimentación: Francis Bacon

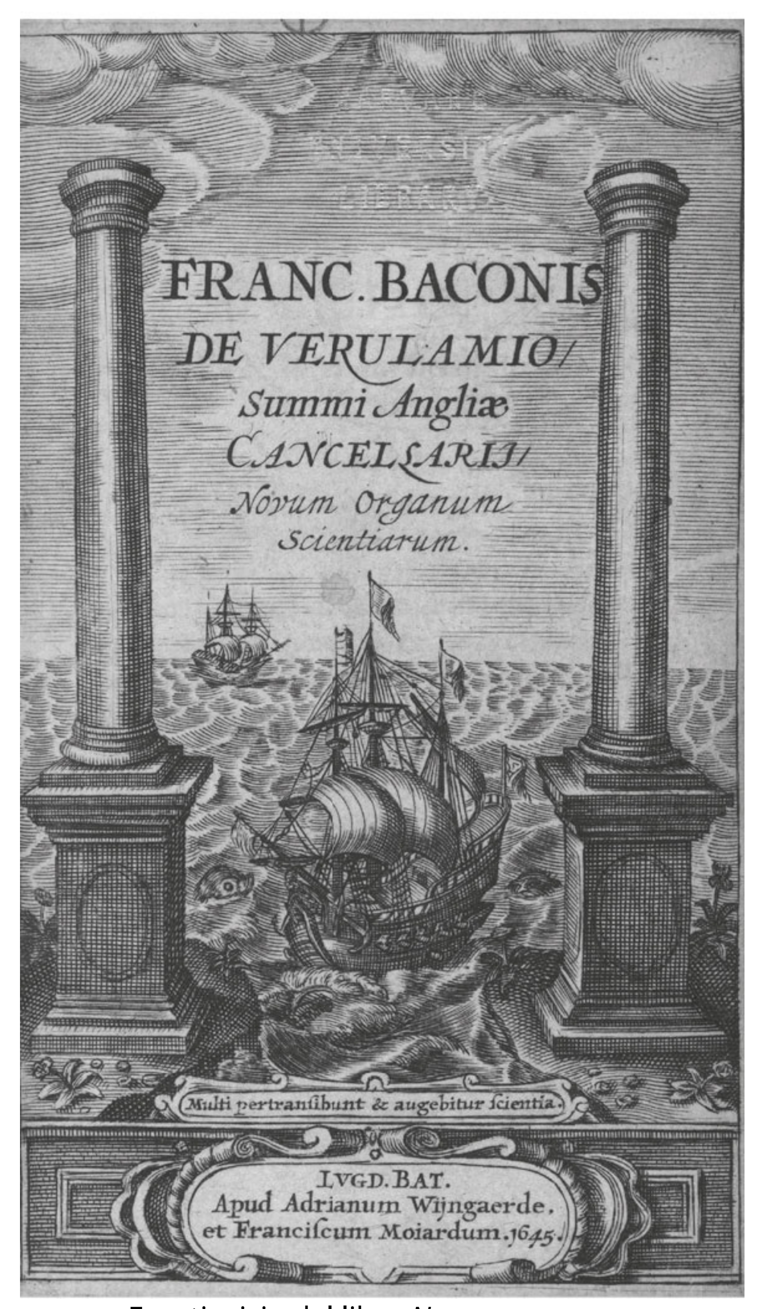
El aristotelismo, en tela de juicio: «La lógica es más perjudicial que útil»

El filósofo sir Francis Bacon reclama librarse de prejuicios y mejorar la técnica científica para dominar la naturaleza

16 de mayo del 1620

Las críticas a la filosofía aristotélica vuelven a ser noticia después de que el filósofo y científico sir Francis Bacon haya presentado su nueva obra, *Novum organum* (o *Indicaciones relativas a la interpretación de la naturaleza*), en la que da una visión novedosa sobre la ciencia como herramienta del ser humano para dominar la naturaleza.

El título de la obra hace referencia al *Organum*, que es un conjunto de obras escritas por el primer sistematizador de la lógica, Aristóteles. En el *Novum organum*, las críticas al filósofo de la Antigua Grecia y a los seguidores de su doctrina no se han hecho esperar, pues el barón sigue la misma línea de pensamiento que le ha caracterizado estos últimos años. «Aquellos que se han atrevido a hablar dogmáticamente de la naturaleza como de un sujeto explorado, sea que les haya inspirado esta audacia su espíritu en exceso confiado o su vanidad y el hábito de hablar magistralmente, han ocasionado un perjuicio muy grande a la filosofía y a las ciencias», ha declarado sir Bacon.



Frontispicio del libro *Novum organum*.

Según el filósofo inglés, Aristóteles alimenta en nuestra época renacentista los errores de la ciencia e imposibilita así el avance científico. El pensador griego defendía las anticipaciones de la naturaleza (es decir, las aproximaciones teóricas que tenemos sobre los fenómenos naturales), pero, al ser conocimientos ya sabidos, no hacen más que reafirmarse, por lo que dejan sin lugar la investigación científica y solo sirven para debates dialécticos. «La lógica en uso es más propia para conservar y perpetuar los errores que se dan en las nociones vulgares que para descubrir la verdad; de modo que es más perjudicial que útil», declara Bacon en las páginas de su obra.

En la misma, Bacon defiende que la actitud adecuada respecto a la realidad y las ciencias está en el punto medio entre la creencia de que uno posee toda la verdad y el rechazo a dotar al hombre de cualquier opción de conseguirla. «Arrastrados por su celo y cierta especie de afectación, cayeron en una exageración completa», ha reconocido, refiriéndose a los que optan por dicho rechazo.

Sir Bacon se suma, pues, a una nueva figura que apuesta por la razón en vez de la fe, como los célebres científicos Copérnico, Galileo o Kepler, que estudian el firmamento para extraer conclusiones objetivas, y se están enfrentando al rechazo de una gran parte de la sociedad y los poderes políticos y religiosos.

Nueva propuesta para abordar la ciencia

Sir Francis Bacon ha presentado una propuesta en la que destaca la defensa de la «inducción lógica» para comprender la realidad.

Bacon propone que la guía en el proceder científico debe responder a una nueva lógica: no la heredada de Aristóteles, sino una que lleve la ciencia a la práctica, que es su finalidad.

Según el autor, necesitamos unos instrumentos en concreto para dominar la naturaleza y superar la limitación de la comprensión humana: los experimentos.

El ser humano se enfrenta a obstáculos para este entendimiento completo: en la obra se denominan *idola* o prejuicios, y los clasifica como *idola tribus*, que son comunes a toda la sociedad; *idola specus*, aquellos procedentes de la educación; *idola fori*, los nacidos del lenguaje; e *idola theatri*, los que surgen de la falsa filosofía.

Tras esta primera parte crítica, *Novum organum* se centra en describir el método científico, en concreto el método de la «inducción lógica». Para ello, Bacon ha propuesto la «teoría de las tres tablas»: en la tabla de la presencia, se señalan los casos en los que se da el fenómeno que estamos estudiando. En la tabla de la ausencia, los casos en los que no se da. En la tercera, la tabla de grados, se señalan los grados de intensidad del fenómeno. A partir de los datos recogidos, se plantearía una hipótesis y se procedería a la experimentación.

Por ponerles un ejemplo, si este periódico quisiera estudiar qué objetos absorben agua, colocaría en la primera tabla un trapo o un sombrero; en la segunda, un guijarro o un reloj; y en la tercera distinguiría tipos de zapatos según su tejido. ¿Les parece útil a los lectores este método? ¿Creen que esta crítica tan dura al sistema aristotélico está fundamentada, o que, como es usual, el reconocido barón peca de una vanidad exacerbada?

Viaje en el tiempo

La aportación de Aristóteles a la filosofía y al conocimiento a lo largo de los siglos ha sido inconmensurable, pero con la llegada de la revolución científica, su posición respecto a cómo estudiamos la naturaleza se pone en cuestión.

La experimentación científica supuso el cambio de paradigma que permitirá una proliferación de conocimiento de la realidad que les envuelve, empezando a mirar a lo más pequeño (microorganismos) y a lo más grande (nuestro fascinante y desconocido universo).

Heliocentrismo y movimientos planetarios: Copérnico, Galileo y Kepler

Galileo abjura del heliocentrismo ante la Santa Inquisición

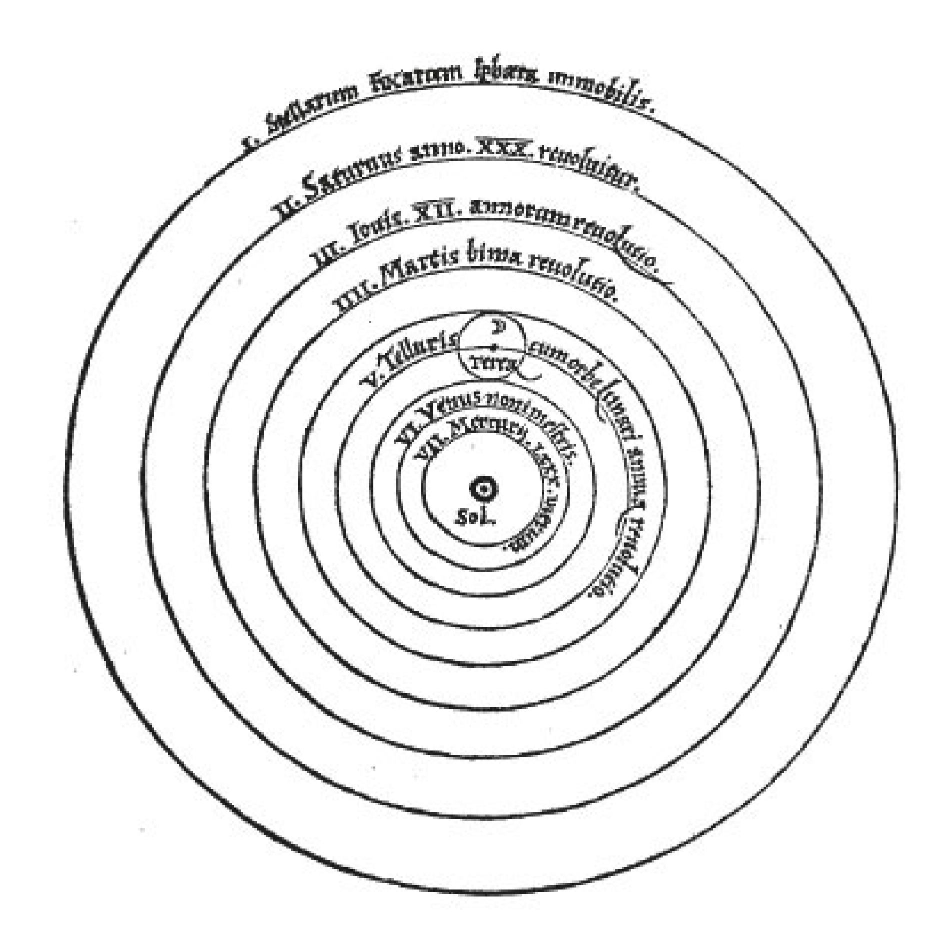
Galileo Galilei ha reconocido su «herejía» y ha renunciado a creer que «el Sol es el centro del mundo e inmóvil» y que «la Tierra no es el centro y se mueve»

22 de junio de 1633

El científico italiano Galileo Galilei, de 69 años, ha comparecido en el día de hoy ante la Santa Inquisición. Han pasado más de dos meses desde que comenzó el juicio del tribunal de la Santa Sede.

Galileo se ha personado para dar cuenta de un libro publicado hace un año, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo*, en el que defendía el uso de la razón y las teorías de su predecesor polaco Nicolás Copérnico, quien propuso la hipótesis de que el Sol es el centro del mundo y permanece inmóvil, mientras que la Tierra se mueve a su alrededor.

No es la primera derrota que el bien nombrado Galileo sufre debido a sus ideas respecto a la inmovilidad y centralidad del Sol y al movimiento de la Tierra. El 26 de febrero de 1616, la Congregación General de la Inquisición le amonestó con objeto de que abandonase definitivamente «la opinión en litigio» y le advirtió de que si persistía, el Santo Oficio procedería contra él. Galileo aceptó este precepto y prometió obedecer, pero con la subida al trono pontificio del papa Urbano VIII, gran admirador del científico, este retomó las fuerzas y reemprendió su trabajo.



El sistema solar según Copérnico, extraído de *De revolutionibus Orbium Coelestium*, de 1543. Copérnico describía círculos, pero Kepler ha observado que los movimientos son elípticos.

Galileo, del telescopio al heliocentrismo

Galileo Galilei, nacido en Pisa en 1564 en el seno de una familia de la baja nobleza, estudió en la Universidad de Pisa varias disciplinas, como son las matemáticas, la filosofía y la medicina.

Ejerció la cátedra de Matemáticas tanto en Pisa como en la Universidad de Padua hasta 1610, donde se intensificó su interés por la técnica y la aplicación de estas ciencias.

Sin embargo, en 1608 la carta de un antiguo alumno le hizo cambiar sus prioridades: un fabricante de lentes alemán, Hans Lippershey, había construido un aparato que permitía ver objetos lejanos. Según Galileo, «este fue el motivo que me indujo a aplicarme por entero a la búsqueda de las razones y de los medios por los que pudiera alcanzar la invención de un instrumento semejante».

Pocos meses después, Galileo había conseguido fabricar un telescopio «tan excelente que las cosas por él vistas parecen casi mil veces mayores», según sus declaraciones. Gracias a él, hizo grandes descubrimientos en astronomía, como la forma montañosa de la Luna, los cuatro satélites de Júpiter girando en una órbita en torno a este planeta, la particular forma de Saturno y las fases de Venus. Este último descubrimiento fue uno de los que llevó a Galileo a pensar que el planeta giraba alrededor del Sol.

Con ello fue distanciándose del modelo aristotélico y lo observó con mirada crítica. El mencionado modelo sostiene que el cambio de los cuerpos celestes es imposible más allá de la rotación. Además, cuestionó el sistema geocéntrico de Ptolomeo, según el cual la Tierra está inmóvil y ocupa el centro del universo, mientras que el Sol, la Luna y los demás cuerpos celestes giran a su alrededor. Copérnico y Galileo desafían el conocimiento actualmente aceptado, mediante su afirmación de que los cuerpos también pueden desplazarse y la Tierra no es el centro del universo.

La obra que desafía al Santo Oficio

El texto de Galileo, publicado hace un año, fue presentado en forma de diálogo a lo largo de cuatro días entre tres personajes imaginarios. Uno de ellos, llamado Simplicio, es un «viejo tonto» que defiende el antiguo modelo geocéntrico del cosmos. Muchos ven en el personaje una caricatura del Papa, lo que podría haber aumentado la tensión existente entre la Iglesia y Galileo.

El primer día, los protagonistas se debaten en la exposición de ambas posturas (la aristotélica y la copernicana) sobre el funcionamiento del mundo, siempre planteadas en un mismo nivel de legitimidad filosófica. Las tres jornadas siguientes tienen el objetivo de discernir mediante la razón y la observación cuál de los dos sistemas se ajusta más a la realidad, y para ello se plantean distintas preguntas: ¿cuál explica de manera más sencilla los fenómenos celestes?, ¿cuál concuerda con nuestra experiencia mecánica?, ¿cuál tiene más capacidad argumentativa? Para Galileo, la balanza se inclina hacia el heliocentrismo.

Sus apoyos en la ciencia: Kepler y sus leyes

El astrónomo y matemático Johannes Kepler, fallecido hace tres años, ha sido otro de los grandes defensores del heliocentrismo copernicano.

Su profesor de Matemáticas de la Universidad de Tubinga en Alemania, Michael Maestlin, le presentó este sistema, que hizo que se convirtiera en un copernicano convencido.

Así, en 1609 publica *Astronomia Nova*, libro en el que expone tres leyes que describen el movimiento de los planetas, y que elaboró teniendo en cuenta los datos sobre las posiciones de estos que había obtenido el astrónomo danés Tycho Brahe. La primera y más importante dice: los cuerpos celestes trazan movimientos elípticos alrededor del Sol, y este se halla situado en uno de los dos focos que contiene la elipse. Kepler, hombre profundamente religioso, se negó durante mucho tiempo a aceptar que Dios no había dispuesto el movimiento de los planetas en figuras geométricas simples, como un círculo; pese a ello, los cuerpos celestes seguían, según sus cálculos, una trayectoria elíptica.

La segunda ley rezaba que el radio vector que une el planeta y el Sol recorre áreas iguales en el mismo tiempo. Es decir, cuanto más alejado está un planeta del Sol, su velocidad es también menor y tarda más en rodearlo proporcionalmente.

La tercera ley, llamada ley armónica, parece más intrincada, pero es la que organiza y comprende los movimientos de los astros: el cuadrado del período orbital es proporcional al cubo del semieje mayor. Esto quiere decir que, si hacemos esos cálculos matemáticos, todos los planetas dan el mismo resultado. ¿Significa, entonces, que todos ellos giran alrededor del Sol, que es mucho más grande? Pero ¿qué tipo de fuerza ejerce este sobre ellos?

Y vamos más allá: ¿tienen razón estos ilustres científicos y nuestro conocimiento del mundo está obsoleto? ¿O es un agravio a la fe cristiana cuestionar nuestros dogmas ya establecidos?

Viaje en el tiempo

El heliocentrismo se opuso al geocentrismo de la época y acertó más a la hora de describir cómo se comportan los cuerpos celestes más cercanos.

Pero con las observaciones de astrónomos como William Herschel y Friedrich Bessel se descubrió que el Sol no se encuentra en el centro del universo. Además, a principios del siglo XX, el astrónomo Edwin Hubble demostró que el sistema solar es parte de un complejo mucho mayor, la Vía Láctea, y que miles de millones de galaxias más pueblan el vasto universo.

Como hemos visto en la tercera ley de Kepler, él intuyó que había una fuerza que determinaba el comportamiento de los cuerpos celestes, pero no fue hasta que Isaac Newton desarrolló sus leyes del movimiento que se supo el porqué: la fuerza de la gravedad.

La célula: Robert Hooke

El mundo de lo pequeño está hecho como un panal de abejas

La obra *Micrographia*, de Robert Hooke, ha dejado sin palabras al público: muestra que el corcho está formado por celdas, a las que ha denominado «células»

25 de septiembre de 1665

El mundo de las ciencias naturales está completamente fascinado por la nueva obra del científico Robert Hooke, *Micrographia: o algunas descripciones fisiológicas de los cuerpos diminutos realizadas con cristales de aumento con observaciones y disquisiciones sobre ellas*, en la que se muestran dibujos de las imágenes observadas con el microscopio que él mismo ha construido, y que tiene una capacidad de hasta 50 aumentos.

Sin embargo, no queda aquí la innovación de lo mostrado por el joven científico de 35 años, sino que, al observar un trozo de corcho cortado finamente, vio algo asombroso y que ilustramos en esta publicación: huecos geométricamente ubicados como en un panal de abejas. Los ha denominado «células», del latín *cellulae*, que significa «celdillas». Además, ha encontrado este tipo de estructuras no solo en tejidos vegetales muertos como sería el caso del corcho, sino también en tejidos vivos, por ejemplo en las plantas.

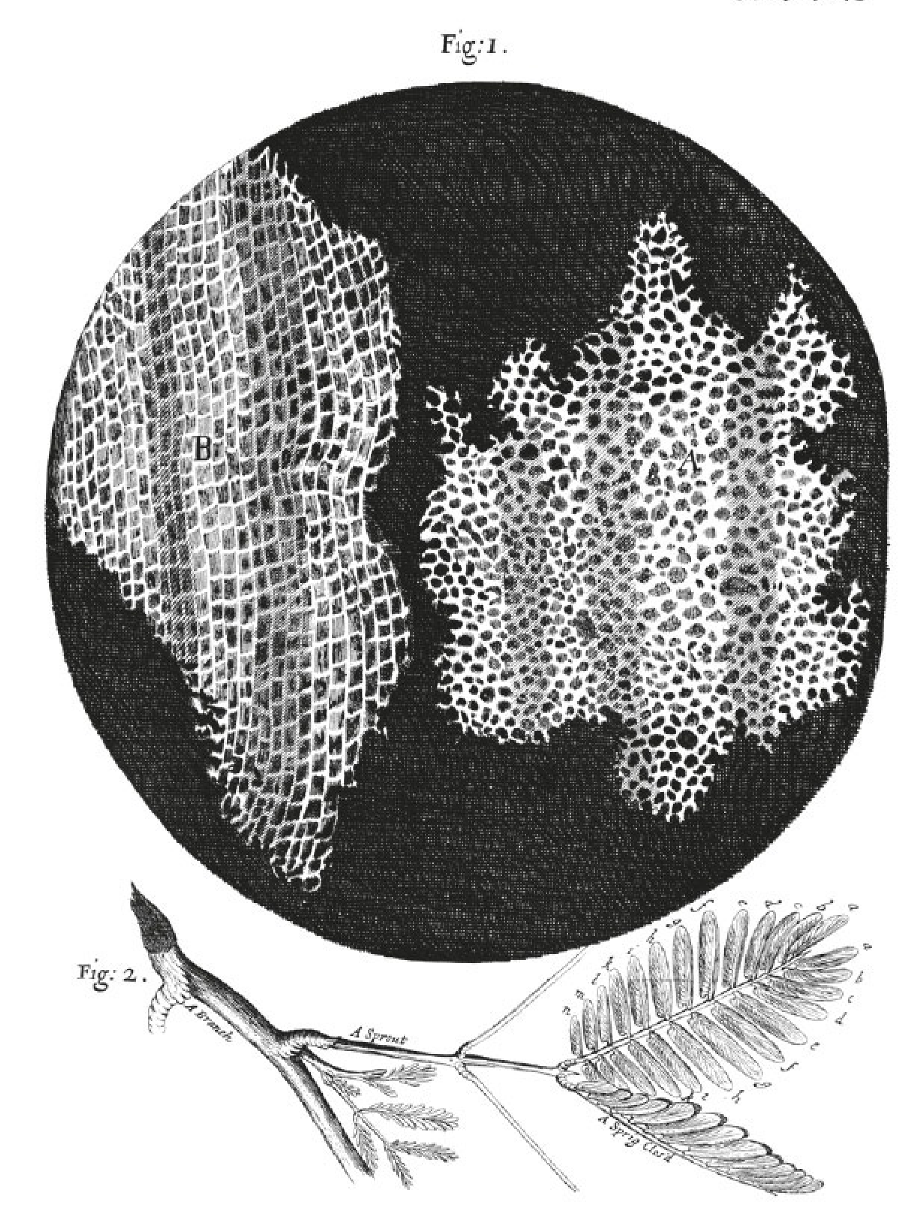


Imagen aumentada del corcho, realizada por Robert Hooke.

Hooke ha calculado que en una pulgada cuadrada de corcho hay 1 259 de aquellas pequeñas celdas, un número tan largo que ni los lectores ni quien escribe este diario pueden hacerse una idea.

La obra ha tenido tal éxito que ha conseguido un nivel de ventas impensable hasta la fecha y ha agotado los más de 1200 ejemplares en menos de 24 horas.

¿Acabamos de observar de qué está constituido todo ser vivo? ¿Estamos también los seres humanos compuestos por estas pequeñas celdas?

En busca de lo más pequeño

Desde los tiempos de Aristóteles, era frecuente creer que el cuerpo humano estaba formado por partes más pequeñas que constituían un todo. Sin embargo, ante la carencia de aparatos que permitieran observar lo más pequeño, todo eran especulaciones sin un soporte observacional que las sostuviera.

Gracias al invento del microscopio, se empezó a constatar la existencia de elementos más pequeños en los seres vivos. Se considera que el primer microscopio primitivo lo inventó en 1590, hace casi un siglo, el holandés Zacharias Janssen mediante la unión de dos lentes; sin embargo, ya en esa época eran frecuentes los desarrollos tecnológicos que explotaban el uso de lentes. También Hans Lippershey, Cornelius Drebbel y Galileo Galilei trabajaron con lentes y manufacturaron instrumentos similares, de manera que podían haber inventado el microscopio por su cuenta.

Pero lo que ha distinguido la capacidad del microscopio de Hooke es la superioridad técnica, puesto que se ha logrado ampliar los objetos hasta 50 veces su tamaño. ¿Se imaginan lo que podremos llegar a ver en el futuro si conseguimos mejorarlos aún más?

Hooke, un investigador extraordinario

Robert Hooke ha sido siempre un científico con potencial para destacar. Se graduó en la Universidad de Oxford y trabajó como asistente del famoso Robert Boyle desde 1658. Hace tres años también participó en la creación de la primera sociedad científica de la historia, la ahora prestigiosa Royal Society de Londres, donde tiene un puesto de «curador de experimentos».

A pesar de su juventud, sus habilidades para mejorar el microscopio y observar de qué está hecho nuestro mundo hacen que sea una gran promesa para nuestro avance científico de los próximos años.

Las observaciones de «células» por parte de Hooke sentaron las bases de la teoría celular, la cual sirvió, asimismo, de base para que durante el siglo XIX apareciera una disciplina científica llamada «citología». A finales de ese siglo y gracias al progreso de la tecnología microscópica, se empezaron a descubrir y estudiar los componentes estructurales de las células y el proceso de su división. Y fue a comienzos del siglo XX cuando el microscopio electrónico permitió estudiar las estructuras celulares más finas.

Hooke fue un científico extraordinario durante toda su vida, conocido tanto por sus avances científicos como por sus «conflictos» con otros grandes destacados de la época, como Isaac Newton.

Además de las observaciones publicadas en *Micrographia*, Hooke formuló la ley de elasticidad y la teoría del movimiento planetario, expuesta esta última como un problema de mecánica, por lo que mantuvo continuas diferencias con su contemporáneo Newton. En 1679 inició con él una constante y sostenida correspondencia epistolar en la que discurrían acerca de la gravitación, una idea sobre la que Hooke ya había reflexionado unos años antes. La gran polémica entre ambos se dio en 1686, cuando Newton publicó el primer volumen de sus *Principia*, y Hooke afirmó que había sido él quien había puesto el granito de arena que llevó a Newton a formular la ley de la gravitación universal, así que le exigió crédito como coautor de la idea, pero solo obtuvo el rechazo constante de Newton.

Bacterias y microorganismos: Antoni van Leeuwenhoek

El hombre que analizó su propio esperma: «Son animálculos con una larga cola»

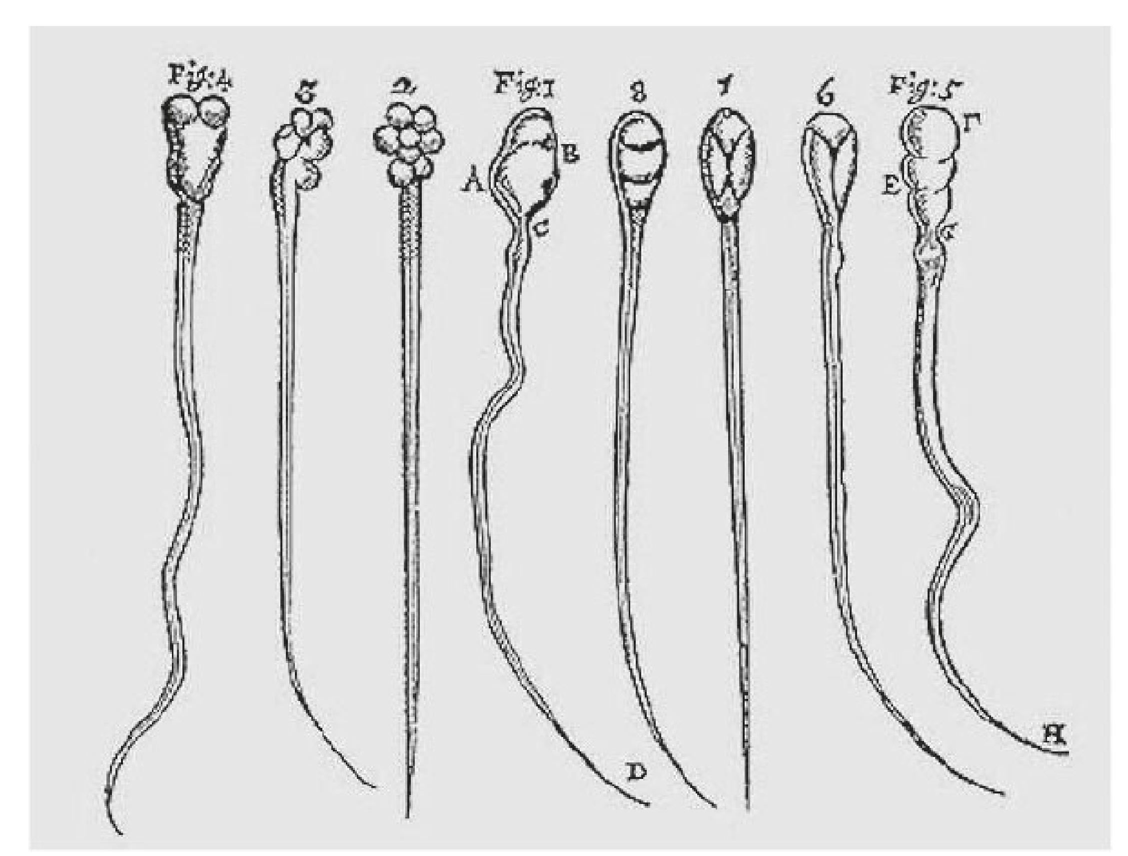
El comerciante Leeuwenhoek ha observado con su microscopio que el fluido del varón está poblado por pequeños organismos

26 de marzo de 1677

El país entero está conmocionado ante las investigaciones del comerciante neerlandés Antoni van Leeuwenhoek, quien lleva años observando, a través de su microscopio, lo más pequeño que conforma nuestro mundo. Ahora ha publicado su tratado «De Natis e Semine Genitali Animalculis», en la revista *Philosophical Transactions*, editada por la prestigiosa Royal Society de Londres, donde dibuja y describe distintos microorganismos que nunca habíamos visto.

¿Cuál es la última de sus observaciones? Parece ser que el esperma, el líquido de los varones responsable del acto de la fecundación, está conformado por miles de pequeños seres con una larga cola, que se mueven como anguilas o serpientes.

Según nos relata Leeuwenhoek, hace dos años empezó a observar con diversos microscopios otros fluidos a los que estaba acostumbrado, entre ellos el semen de perros y conejos. Pero él quería ir más allá, así que, tras una relación amatoria con su mujer, recogió su propio esperma y lo puso bajo las lentes. Observó algo muy parecido a lo que había visto en otros animales: unos «animálculos» muy pequeños, de los que desconocía su función. En una carta dirigida a William Brouncker, describió hace unos meses sus observaciones sobre el esperma; ahora, ante la sorpresa de los científicos, lo ha hecho público.



Líquido seminal de conejo y de perro, dibujado por Leeuwenhoek.

Leeuwenhoek, comerciante y naturalista aficionado

Nos encontramos ante un personaje peculiar, un comerciante que ha publicado en una de las revistas científicas más prestigiosas de nuestra época. ¿La razón? Al haber trabajado durante tantos años como vendedor de telas, aprendió a cortar lentes y a combinarlas, pues las necesitaba para poder evaluar la calidad de los tejidos que compraba y vendía. Construyó una gran cantidad de lupas y microscopios rudimentarios con una resolución muy superior a muchos de los de nuestra época, y nunca ha revelado su método para fabricar las lupas, con objeto de mantener su secreto.

Así pues, Leeuwenhoek lleva años desplegando su pasión por el mundo microscópico, y desde hace cinco se dedica a ello con mucha más intensidad.

Las observaciones del comerciante han sido un gran descubrimiento para la ciencia: Leeuwenhoek se sintió fascinado cuando un día observó microorganismos en las infusiones de heno. Además, fue el primero en ver los glóbulos rojos, lo que le llevó en 1668 a confirmar el descubrimiento que

había hecho en 1661 el anatomista y fisiólogo italiano Malpighi: el sistema capilar.

En 1674, hace tres años, observó organismos unicelulares (sobre todo protozoos) en el aire, en el agua de lluvia, en el agua de los estanques y en la saliva humana. Llamó a estos seres *kleine dierkens* (palabras neerlandesas que significan «pequeños animalitos»). Puesto que él desconoce el latín, fueron los traductores de sus textos quienes adaptaron el nombre como *animalculum* (o, en plural, *animalcula*).

Después de que Leeuwenhoek observara estos extraños seres, que vivían unas horas y morían poco después, un médico y amigo suyo llamado Reinier de Graaf le animó para que informara de sus observaciones a la Royal Society de Londres, nuestra institución científica más prestigiosa. Describió sus observaciones de la siguiente manera: «un número increíble de diminutos *dierkens* (animalitos) de varios tipos, que se movían con bastante delicadeza, adelante y atrás, y tambaleándose hacia delante y hacia los lados». «Son unas bestias repugnantes», ha declarado.

El mundo de lo microscópico todavía nos es desconocido y fascinante, y a más de uno le espantará pensar que hay organismos diminutos poblando nuestros fluidos. Hasta ahora pensábamos que la fecundación ocurre gracias a los vapores que emanan del esperma. Pero ¿y si son esos pequeños animalillos los que hacen esa función y se trasladan hasta los órganos de la mujer?

Viaje en el tiempo

A pesar de que se observaron por primera vez hace unos tres siglos, pasó mucho tiempo hasta que se supo qué funciones desempeñan los microorganismos y lo importantes que son. Hoy sabemos que los microorganismos fueron las primeras formas de vida que surgieron en la Tierra, hace aproximadamente cuatro mil millones de años. Pueblan todos los medios, y algunos de ellos son capaces de vivir en condiciones extremas. Como curiosidad, solo en nuestra boca habitan más bacterias que personas hay en el mundo.

Movimiento y gravitación universal: Isaac Newton

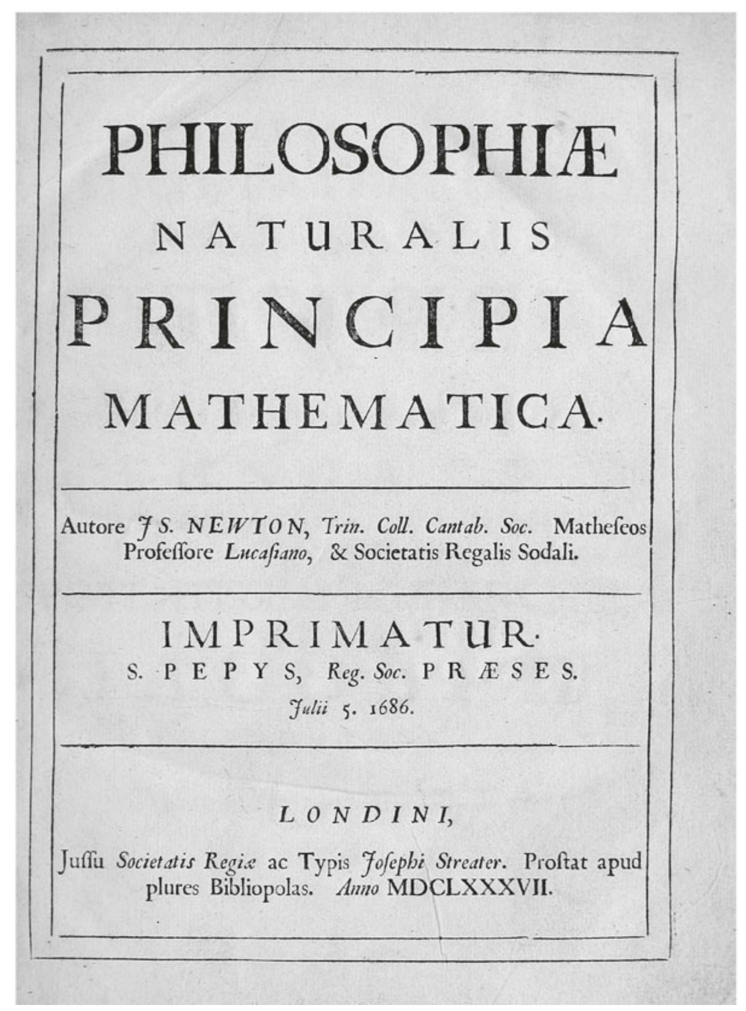
La obra que ha dado la vuelta a cómo entendemos nuestro mundo: *Principia*

El científico Isaac Newton ha publicado una extensa obra donde habla de «gravitación» y del movimiento de los cuerpos

12 de julio de 1687

Hace ahora una semana que el célebre y excéntrico científico Isaac Newton ha publicado su obra cumbre, tras muchos años de estudio e investigación. Tal ha sido el revuelo causado, que muchos de nuestros conciudadanos están deseosos por entender el galimatías que ha supuesto la publicación de los tres tomos de *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (o *Principios matemáticos de la física*).

Aunque Newton ya ha reconocido que ha dificultado el entendimiento de *Principia* a sabiendas, para que los «palurdos» matemáticos no le molestaran, hemos desgranado algunas de las ideas que en él se desarrollan, sin ofendernos por su merecida altanería y con el permiso del maestro, y hemos destacado dos de las leyes: las leyes del movimiento y la gravitación universal.



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

Autore *JS.* NEWTON, *Trin. Coll. Cantab. Soc.* Matheſeos
Profeſſore *Lucaſiano*, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, *Reg. Soc.* PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,

Juſſu *Societatis Regiæ* ac Typis *Joſephi Streater.* Proſtat apud
plures Bibliopolas. *Anno* MDCLXXXVII.

Primera edición del *Principia* (1687).

Newton ha dado respuesta al asunto que preocupa desde hace siglos a científicos como Galileo y Kepler: el movimiento. Estos se preguntan: «¿Cómo es que una piedra arrojada no sigue moviéndose después de ser arrojada, sino que cae al suelo? ¿Y qué fuerza asegura que los planetas y los cometas se muevan de manera tan uniforme por el espacio?». Tiene que haber una respuesta matemática para ambas preguntas, y, según parece, es la misma.

Así pues, Newton explica de forma matemática las órbitas de los cuerpos del espacio y, además, identifica la fuerza de atracción que los pone en movimiento: la gravedad. Y no únicamente a los planetas, sino que cada objeto de nuestro universo ejerce una atracción sobre los demás, incluso sobre nosotros.

Nuestros lectores deben de estar leyendo este periódico con un fantástico puro recién traído de Cuba mientras descansan sobre sus cómodos sofás. Pues bien, según Newton, cada uno de esos elementos está tirando de ustedes, y viceversa, con su pequeño «campo gravitatorio».

Antes de adentrarnos en la fascinante teoría que puede cambiar la manera en la que entendemos el mundo, vamos a conocer a nuestro agraciado Isaac Newton y cómo, alentado por otros reputados científicos, publicó una obra que no ha dejado indiferente a nadie.

Newton, genio excéntrico alentado por Halley

Cuando un joven de solo 23 años sugirió que todas las fuerzas que mantienen el mundo unido son las mismas, ya se empezaba a sospechar que su genio nos aportaría grandes hazañas.

Isaac Newton es un científico verdaderamente brillante, pero también extraño y solitario. Quizá por ello haya tardado veintidós años en decidirse a hacer públicas las investigaciones que ha recopilado durante tanto tiempo.

Según se dice, uno de los causantes principales de su revelación al mundo ha sido el reputado astrónomo, matemático y miembro de la Royal Society, Edmund Halley.

Todo empezó hace cuatro años a raíz de una conversación con otros dos ilustres científicos, Robert Hooke (descubridor de las células) y Christopher Wren (arquitecto y astrónomo), en la que debatían sobre los movimientos de los cuerpos celestes. Wren ofreció 40 chelines a quien entendiera por qué los planetas orbitan en «elipses» y no de otra manera.

Halley se obsesionó con aquella idea y, unos meses después, fue a Cambridge a compartir su desconcierto con el profesor de matemáticas Isaac Newton. Para la sorpresa del primero, Newton ya sabía que los planetas orbitan en «elipses» y, además, había realizado los cálculos pertinentes.

La insistencia de Halley para que lo publicara en un artículo llevó a Newton a hacer mucho más: se retiró durante dos años a escribir la obra que ahora nos ocupa. Halley no solo le instó a publicarla, sino que la ha financiado y se ha encargado de las labores editoriales.

Principia

¿De qué trata el libro? El objetivo de la influyente obra es muy ambicioso: mejorar y corregir todo lo que se ha escrito con anterioridad sobre mecánica,

y unificarlo en un cuerpo doctrinal que establece matemáticamente las leyes de fuerzas. El trabajo ha sido titánico. Recogió una cantidad ingente de hechos que partían de generalizaciones empíricas y derivaba desde ahí las formulaciones matemáticas de las fuerzas que estaban implicadas.

La obra se divide en tres libros: mientras que los dos primeros contienen numerosas ecuaciones matemáticas y dibujos geométricos, Newton escribió el tercero, como él mismo dice, «de una manera generalmente comprensible para que puedan leerlo más personas». De hecho, para el lector matemático y físicamente menos versado, las explicaciones del tercer libro son de particular interés, ya que en sus páginas Newton demuestra sus hallazgos de una manera clara y comprensible, utilizando ejemplos.

Leyes de movimiento

Newton quería entender cómo se mueve todo en el mundo: no solo los planetas alrededor del Sol, sino también una pelota lanzada al aire o una piedra rodando por una pendiente.

Galileo ya predijo que los ojetos se detienen en algún momento debido a las «interacciones», ya sean con el suelo o con el aire. Newton se ha inspirado en la sabiduría de Galileo para formular su primera ley.

Sus tres leyes del movimiento son:

1.ª LEY O PRINCIPIO DE INERCIA: Un objeto en reposo permanece en reposo, y un objeto en movimiento permanece en movimiento a una velocidad y dirección constantes, a menos que sobre él actúe una fuerza externa.

2.ª LEY O PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA: Si ves que la velocidad de un cuerpo en movimiento no es constante, es porque hay agentes que están ejerciendo una fuerza sobre él.

3.ª LEY O PRINCIPIO DE ACCIÓN-REACCIÓN: Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, el primero sufrirá una fuerza igual, pero en sentido contrario.

Gravitación universal

Cuando los grandes predecesores de Newton, y en particular Galileo, estudiaron el movimiento acelerado de los cuerpos que caen a la superficie de la Tierra, estaban seguros de que este fenómeno existía solo cerca de la superficie de nuestro planeta. Cuando otros científicos, como Johannes Kepler, estudiaron el movimiento de los cuerpos celestes, creían que en las esferas celestes operan leyes de movimiento completamente diferentes a las leyes que rigen el movimiento aquí, en nuestro planeta.

Es la intuición de Newton lo que ha convertido el hallazgo en algo tan sorprendente y brillante, pues el científico ha combinado los dos tipos de supuestas «fuerzas» y los ha reconciliado. Esto significa que no hay una separación falsa y artificial entre la Tierra y el resto de nuestro cosmos.

Newton ha sugerido que todos los cuerpos de la naturaleza ejercen una influencia entre sí, realizada en forma de atracción mutua. Las fuerzas involucradas en este proceso son las gravitacionales, que se manifiestan en todos los objetos del universo. En consecuencia, para la ley de la gravitación universal se acepta la siguiente formulación: «Todos los cuerpos se atraen mutuamente, con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos». La acción de la fuerza ocurre a lo largo de la línea que conecta estos cuerpos. Newton ha sido claro en su obra: «Debemos, como consecuencia de esta regla, admitir universalmente que todos los cuerpos sin excepción están dotados de un principio de gravitación».

Dios está en estas leyes

En resumen, no hay una «gravedad terrestre» actuando sobre una Tierra imperfecta y otra «gravedad celestial» actuando sobre un cielo perfecto. Todos somos uno.

La obra de Newton le ha hecho inferir a Dios. Es una prueba de la existencia de alguien que ha organizado el universo tan bien que no puede ser por casualidad. Hay una única explicación a la disposición precisa de los planetas: debe haber sido creada por un ser inteligente y todopoderoso. Solo Dios puede diseñar un sistema tan perfecto.

Viaje en el tiempo

Hacia el final de su vida, en torno a 1726, Newton contó una historia que se ha convertido en una de las leyendas más perdurables en la historia de la ciencia.

Mientras cenaba con William Stukeley (quien, como él, era miembro de la Royal Society), Newton afirmó que lo que le había llevado a pensar en la gravedad fue una manzana que cayó del árbol, en la casa de su familia en Woolsthorpe.

Algunas teorías apuntan a que Newton inventó esa imagen para explicar la gravitación universal a su sobrina, Catherine Barton Conduitt. Tampoco podemos saber si realmente contó esa historia, ya que todo esto es según Stukeley, pues Newton no dejó nada escrito.

Las leyes del movimiento de Newton permanecieron como referencia hasta la llegada de otro grande de la ciencia: Albert Einstein.

La relatividad especial entraba en conflicto con la gravitación universal de Isaac Newton, la cual, como hemos visto, indica que la fuerza entre dos cuerpos es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Einstein desmontó esa premisa, como veremos cuando viajemos más en el tiempo.

Edad contemporánea

Las vacunas: Edward Jenner

Llega el reconocimiento para Jenner: Napoleón vacunará a todos sus soldados y liberará a presos británicos

El médico inglés Edward Jenner ha encontrado el apoyo del emperador francés a su nuevo método contra la viruela



The Cow Pock, viñeta de la Sociedad Antivacunación (1802).

15 de febrero de 1805

A Edward Jenner el reconocimiento le ha llegado tarde, pero por parte del mismísimo emperador Napoleón Bonaparte, quien ha dado orden de vacunar

a todos sus soldados con el innovador método de este médico inglés.

Además, a pesar de estar en estos momentos en guerra con el Reino Unido, Napoleón ha liberado a algunos presos de guerra británicos y, a petición de Jenner, les ha permitido regresar a sus casas. El emperador francés comentó que no podía «negar nada a uno de los más grandes benefactores de la humanidad».

Napoleón es un convencido adepto de la vacunación. El año pasado fundó la Sociedad para la Extinción de la Viruela, con la intención de atajar de lleno este gran problema de nuestra época, puesto que en la actualidad la viruela mata a una de cada tres personas que la padecen.

El médico inglés Edward Jenner descubrió en 1796 que al inocular a una persona un poco de materia infectada por la viruela bovina, esta no contraía la enfermedad y, además, se volvía inmune a ella. Dos años después publicó sus exitosos experimentos con una veintena de personas en el ensayo *Una investigación sobre las causas y efectos de las variolae vaccinae*.

Sin embargo, el rechazo de la comunidad médica desarrollado desde entonces a través de flagrantes campañas contra la vacunación ha ralentizado la aplicación de este remedio.

Las vacas tenían la clave

La agudeza de Jenner para establecer una conexión entre el ordeño de una vaca y la inmunidad a la viruela fue la clave para descubrir lo que ocurría.

Es de saber popular que las lecheras son generalmente inmunes a la viruela, y así se lo comentó una de ellas, cuando estaba enferma, que manifestó: «Sé que no es viruela, porque ya tuve la viruela bovina».

Así pues, Jenner postuló que el contacto mantenido por las lecheras durante el ordeño con las úlceras purulentas de las ubres de las vacas —las cuales contienen el virus de la viruela bovina, similar al de la humana, pero mucho menos virulento— las protegía de la viruela, es decir, las «inmunizaba».

Para probar su tesis y la creencia popular sobre este asunto, Jenner sometió a una veintena de personas (entre ellas, un niño de 8 años llamado James Phipps) al pus de la viruela bovina, tras lo cual presentaron todos ellos síntomas leves. Después les expuso a la «variolación», que, como ya sabemos, es el método de inmunización más utilizado en la actualidad,

mediante el que se inocula la enfermedad a pacientes sanos para que la superen. Resultó que la exposición a la viruela no tuvo efecto alguno sobre ellos, por lo que no volvieron a enfermar. Jenner había descubierto algo sumamente importante.

Reticencias de la comunidad científica

A pesar de la demostrada eficacia de su tesis, el rechazo durante los primeros años ha sido considerable. La Real Sociedad de Londres para el Avance de la Ciencia Natural se negó a difundir en sus publicaciones el descubrimiento de Jenner sobre la vacunación, debido, según decían, al atrevimiento de sus propuestas, que confundían enfermedades de animales con enfermedades humanas.

Se ha llegado al punto de crear ligas contra la vacunación que instan a rechazar las vacunas y difunden folletos como el que mostramos en la imagen *The Cow Pock* («La picadura de la vaca»), los cuales exhiben personas deformadas por los animales. Según sus detractores, la utilización del método de Jenner implica «rebajar» las personas al nivel de los animales, puesto que se recibe material inoculado de terneros.

¿Qué opinan nuestros ávidos lectores? ¿Creen que la valentía del estadista francés para vacunar a sus tropas sentará un precedente para que en el Reino Unido comience su aceptación? ¿Es realmente seguro este método o nos estamos precipitando?

Viaje en el tiempo

El término «vacuna» ya se acuñó en el año 1800 en el *Oxford English Dictionary*, pero era específico para el tratamiento de la viruela. En 1885 Pasteur probó en sus experimentos lo que bautizó como una «vacuna contra la rabia», a pesar de que en el lenguaje de la época las palabras «vacuna» o «vacunación» significaban específicamente administrar pus de viruela vacuna a los humanos, y de ahí se popularizó el término con el sentido que hoy lo conocemos.

Pese a que durante los primeros años el rechazo a la vacunación fue bastante generalizado, a partir del momento en que grandes gobernantes y la nobleza la reconocieron, el trabajo de Jenner fue ampliamente aceptado y salvó millones de vidas.

Aunque el médico logró un avance muy importante en la lucha contra la viruela, en realidad no entendía cómo funciona una vacuna. Hoy se sabe que una de las vacunas más usadas, las «vivas atenuadas», utiliza el propio mecanismo de protección del organismo. Cuando los patógenos debilitados irrumpen en el cuerpo de una persona sana, por ejemplo, el sistema inmunitario acumula sus propias células de defensa, los llamados anticuerpos, que luchan contra los invasores. Si el paciente entra en contacto con la enfermedad posteriormente, su cuerpo ya está preparado para ello y reactiva los defensores previamente «entrenados».

P.D.: Como veis, los antivacunas existen desde el principio. Interesante recordatorio de que, por mucho que avance la ciencia, algunos se empecinan en seguir en el pasado.

Programación y algoritmos: Ada Lovelace y Charles Babbage

Ada Lovelace desarrolla un programa pionero para mejorar la máquina analítica

La matemática y condesa ha publicado un artículo muy avanzado a nuestro tiempo

2 de septiembre de 1843

Un matemático anónimo publicó ayer en la revista *Scientific Memoirs* un artículo titulado «Notas sobre la máquina analítica de Charles Babbage», con las iniciales AAL. Este diario ha podido saber que se trata ni más ni menos que de la condesa de Lovelace, Ada Byron, de 27 años, hija del poeta Lord Byron. Este artículo, en principio, debía ser una traducción del original publicado por el matemático italiano Federico Menabrea en una revista francesa, pero la condesa realizó anotaciones que han triplicado su extensión, y sus comentarios aportan más conocimiento que el texto original.

Entre sus añadidos hay varias explicaciones algebraicas, notas sobre cómo podría mejorarse la funcionalidad de la máquina analítica, y lo más llamativo es que aparece también un programa que la máquina podría ejecutar para calcular los números de Bernoulli, una sucesión de números racionales hasta el infinito.

El algoritmo de Lovelace va más allá de lo concebido hasta el momento y pretende aprovechar la capacidad de bifurcación de la máquina analítica de Charles Babbage. El matemático ya había creado otros programas que su máquina ejecutaría, pero no son tan complejos como este.

Además, sus ideas y el planteamiento sobre a dónde nos puede llevar la máquina analítica son muy avanzados para nuestro tiempo.

Para Lovelace, el artefacto sería capaz de operar con elementos que no fueran únicamente números, siempre que estos pudieran expresarse de forma numérica. Puso como ejemplo la composición musical gracias a la asignación

de números a las notas. En sus propias palabras: «Supongamos que las relaciones fundamentales entre los sonidos en el arte de la armonía fueran susceptibles de tales expresiones y adaptaciones: la máquina podría componer piezas musicales todo lo largas y complejas que se quisiera».

Babbage, colaborador y rey de los números

Charles Babbage es un matemático inglés muy reputado debido a sus inventos. Ha sido profesor de matemáticas en la Universidad de Cambridge y, desde muy temprana edad, se propuso mejorar las primeras máquinas calculadoras, las ya inventadas por Blaise Pascal hace dos siglos. Babbage buscaba diseñar una máquina que pudiese calcular más allá de la aritmética básica, e incluso más allá de tablas logarítmicas o funciones polinómicas.

Conoció el trabajo de Joseph Marie Jacquard, que había inventado un telar programable que usaba tarjetas con agujeros perforados para el diseño textil. La máquina que Babbage planteó tenía dispositivos de entrada inspirados en las tarjetas perforadas de Jacquard, un procesador aritmético para calcular números, una sección para controlar qué tarea debía llevarse a cabo y el mecanismo de salida y memoria para guardar los cálculos hasta su procesamiento. Así, ideó y diseñó la teoría de esta máquina, cuya complejidad nos costaría entender a cualquiera de nosotros, y la llamó la «máquina analítica». Hace varios años que el diseño está terminado, pero encontrar financiación para hacerlo realidad le está resultando laborioso a su inventor.

Ada Lovelace, niña prodigio

Nacida Augusta Ada Byron King, la condesa Ada Lovelace es hija del famoso poeta romántico Lord Byron, pero nunca lo llegó a conocer, ya que huyó a Inglaterra cuando ella era muy pequeña. Su madre, Isabella Milbanke, tiene formación en ciencias y se esforzó por que su hija también se instruyera, alejada de las artes que caracterizaron el carácter de su padre.

La matemática y divulgadora escocesa Mary Sommerville ha tenido una enorme influencia en la educación de Lovelace, ya que su presencia era frecuente en casa de Lady Byron. Sommerville es una de las mujeres de

nuestro tiempo que más ha popularizado la astronomía y más conocimiento tiene de la ciencia contemporánea, lo que supone un gran mérito si se tiene en cuenta el difícil acceso de las mujeres al saber de nuestro tiempo.

En 1833, con solo diecisiete años, Ada conoció a Babbage, quien le introdujo en el tema de las máquinas calculadoras. La joven, de inteligencia portentosa, quedó deslumbrada por ese mundo y pronto se puso a estudiarlo. Es así como ha conseguido colaborar con Babbage en estos últimos años.

Viaje en el tiempo

Hoy en día, se conoce con el nombre de ADA a un lenguaje informático de programación, ya que el Departamento de Defensa de Estados Unidos decidió bautizarlo así en honor a Lovelace.

Ha habido muchas mujeres programadoras a lo largo del tiempo. De hecho, la mayoría de las programadoras de la historia han sido mujeres, pero normalmente son poco conocidas.

Algunos ejemplos célebres son el de Grace Hopper, que coordinó la programación del ordenador Harvard Mark I, puesto en marcha el 7 de agosto de 1944, o el de Betty Snyder, una de las seis primeras programadoras de la ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), la primera computadora digital de uso generalista, puesta en marcha en 1946 y que funcionó hasta 1955.

Anestesia: William T. Green Morton y Crawford W. Long

El primer paciente operado con éter se despierta feliz: «¡No he sentido dolor!»

El dentista William Thomas Green Morton ha revelado por fin cómo operó sin dolor el tumor del joven Gilbert Abbott: gracias al éter etílico

7 de noviembre de 1846

Tres semanas después de la impresionante noticia que nos llegaba desde Estados Unidos sobre la operación sin dolor de un paciente aquejado de un tumor, el artífice de tal logro, el dentista William T. Morton, ha sido obligado por la audiencia a hacer público su método: el uso del éter etílico. Hasta hoy, Morton denominaba a la sustancia activa «Letheon», para guardarla en secreto y tratar de sacar provecho de la patente, pero sus compañeros y el público presente le han recriminado esta actitud.

La primera operación se realizó el 16 de octubre en el mismo lugar en el que su maestro, Horace Wells, probó suerte dos años atrás con el óxido nitroso: el anfiteatro quirúrgico del Hospital General de Massachusetts.



Extracción de una pieza dental con éter.

El paciente, Gilbert Abbott, de 20 años de edad y de profesión impresor de libros, padecía un pequeño tumor superficial debajo del maxilar inferior, en la zona izquierda del cuello. Se prestó a la intervención con un público expectante que deseaba ver si por fin habían dado con la solución al dolor en las operaciones médicas. La tensión era máxima. Poco después de la inhalación, John Collins Warren, el médico jefe del hospital, comenzó su trabajo y extirpó el tumor justo antes de que el paciente se despertara. Cuando este abrió los ojos, el médico exclamó con ilusión que el éter no era una patraña, que funcionaba. El paciente declaró que no sintió dolor, que apenas notó algo cuando le raspó el cuchillo.

Además, Morton ha desarrollado un instrumento para administrar la sustancia: el inhalador. Así, el cirujano puede ajustar la dosis según su criterio, ya que dispone de una boquilla de madera que se abre y se cierra.

Tal ha sido la acogida de este nuevo método que el cirujano y urólogo George Hayward programó para el día siguiente la extracción de un tumor adiposo a un paciente anestesiado con éter; el resultado fue igual de positivo.

Y hoy mismo, una amputación realizada por el propio George Hayward, en el Hospital General de Massachussetts, ha sido efectuada con éxito y sin dolor en una paciente de 20 años. ¿Comienza una nueva era en la cirugía contemporánea?

La ciencia, en busca del alivio del dolor

Paliar el dolor en los enfermos es un asunto que ha preocupado a los científicos durante décadas. Desde la Antigüedad se han utilizado plantas para mitigar el dolor y ayudar a que los pacientes estén relajados y sufran menos. Lo más común era usar opio, cannabis, beleño, mandrágora o alcohol. Sin embargo, la eficacia era muy dispar, resultaba imposible medir la dosis con exactitud, y los efectos en los pacientes podían ser graves.

Hasta el siglo pasado no se descubrió el óxido nitroso o «gas de la risa», que produce un emborrachamiento leve y se suele usar en ferias como droga recreativa. Hace dos años el dentista y maestro de Morton, Horace Wells, lo probó sin éxito en un paciente para practicarle una extracción dental. Los gritos provocaron la burla de todo el auditorio. Por si las moscas, aconsejaríamos a nuestros lectores que se alejen de los médicos que les ofrezcan adormecerse con este tipo de supercherías. El futuro parece ser el éter.

Viaje en el tiempo

Aunque el mérito de hacer pública la anestesia con éter corresponde a William T. G. Morton, fue el médico estadounidense Crawford W. Long el primero que usó el éter etílico como anestésico: seis años antes se había percatado de que las personas que consumían éter como droga recreativa en las fiestas no recordaban haber sentido dolor tras recibir golpes. Por desgracia, no publicó sus resultados hasta 1849, de modo que se quitó a sí mismo el legítimo derecho a reclamar el descubrimiento.

Igualmente, Morton acabó arruinado en disputas judiciales por la primicia del invento con su profesor Jackson, que murió después de veinte años sin solventarlo a su favor.

Con el tiempo, el éter y el cloroformo (eran los dos productos rivales en la época y sus promotores querían captar más médicos), fueron reemplazados por otros agentes anestésicos inhalados, el uno por ser muy inflamable y el otro, por su alta toxicidad.

Ya en la segunda mitad del siglo XX se desarrollaron nuevos anestésicos que eran más fáciles de manejar y que tenían efectos más controlables en el tiempo: succinilcolina, morfina, halotano, fentanilo, etc. Pero el

descubrimiento y la utilización del éter durante varias épocas sentó las bases de la anestesia moderna y fue uno de los descubrimientos más importantes del siglo XIX.

El lavado de manos: Ignaz Semmelweis

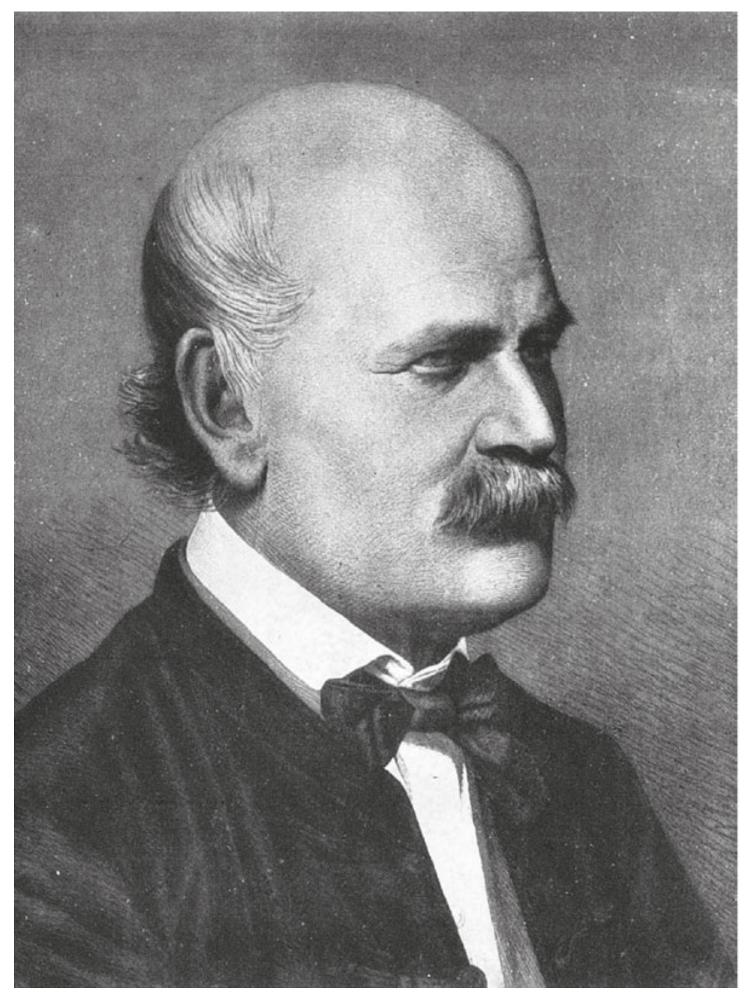
La comunidad médica contra el «salvador de madres»: no creen que el lavado de manos sea útil

El médico Ignaz Semmelweis hace años que propone lavarse las manos antes de entrar a tratar a las parturientas para reducir la alta mortalidad

24 de mayo de 1850

Las innovadoras tesis del médico húngaro Ignaz Semmelweis siguen causando controversia en la comunidad científica mundial. El médico es claro: para disminuir la mortalidad de las parturientas hay que eliminar las «partículas cadavéricas» que se quedan adheridas en las manos de los médicos que las van a tratar, y ha propuesto un método consistente en lavarse las manos en una solución de cal clorada.

Según se deduce de los datos reportados, el éxito es incuestionable: la tasa de mortalidad de las parturientas en el Hospital General de Viena, en el que el médico trabajaba hasta el año pasado, disminuyó de un 30 % a menos de un 1 % mientras se aplicó este método de higiene. Y es que la «fiebre del parto» es un mal de nuestros tiempos que ocasiona sepsis graves, abscesos dolorosos y la muerte, que sobreviene apenas un día o dos después del parto.


Ignaz Semmelweis.

Demasiadas muertes inexplicables

Desde hace décadas, se están estableciendo hospitales maternales por el territorio europeo para resolver los problemas de infanticidio de los hijos ilegítimos. Estos hospitales son gratuitos y se ofrecen cuidados para los recién nacidos de aquellas mujeres más pobres y las prostitutas. En compensación, médicos y estudiantes pueden hacer prácticas y estudios con ellas.

En la maternidad del Hospital de Viena, donde Semmelweis trabajó desde 1846, existen dos clínicas; en la primera de ellas, la tasa de mortalidad por fiebre puerperal era mucho mayor que en la segunda, tanto que, debido a su mala reputación, algunas de las mujeres allí destinadas preferían dar a luz en la calle.

Al poco tiempo de ser contratado por el hospital para el departamento de obstetricia, Semmelweis se propuso como objetivo poner fin a las epidemias

de fiebre y descubrir su causa principal. La única gran diferencia existente entre ambas clínicas era que los estudiantes de medicina hacían sus prácticas en la primera. Descartó el hacinamiento, el miedo y las ofensas por parte de los estudiantes varones, hasta concluir que estos transportaban en las manos «partículas cadavéricas» adquiridas en las autopsias que habían realizado antes de examinar a las pacientes de la primera clínica.

Parece ser que el simple lavado con jabón, que era su método de higiene, no eliminaba por completo el olor a «cadáver» de las manos, así que instauró una política de inmersión de las manos de estudiantes y médicos en una solución de hipoclorito cálcico.

El resultado no se hizo esperar y en solo tres meses la mortalidad descendió por debajo del 1 %. El método había funcionado.

La comunidad científica, enfrentada

Sin embargo, muchos de sus compañeros no han acogido tan bien este cambio y acusan a Semmelweis de no aportar ninguna innovación o de errar el tiro. Además, la reticencia del protagonista a publicar un artículo con los resultados aumenta la desconfianza de sus colegas.

El profesor Carl Marius Levy, de la Universidad de Copenhague, ha sido uno de los críticos más feroces: «Con el debido respeto a la limpieza de los estudiantes en Viena, parece improbable que suficiente materia o vapor puedan estar atrapados en las uñas como para matar a un paciente».

Otros compañeros han aludido a su fe para desacreditarle, y han alegado que la idea de que unas partículas invisibles puedan causar enfermedades e incluso la muerte es un producto de su superstición católica.

En un congreso de naturalistas y médicos alemanes, la mayoría de los ponentes ha rechazado las teorías de Semmelweis, incluido el célebre Rudolf Virchow, la mayor autoridad científica de la actualidad, lo que potencialmente ha contribuido a que la teoría de Semmelweis no sea aceptada.

Viaje en el tiempo

Las ideas de Semmelweis carecían de base científica, pues no podía ofrecer una explicación razonable a su descubrimiento. La explicación no fue posible hasta años más tarde, cuando Louis Pasteur desarrolló la teoría de los gérmenes.

Hoy es sabido que Semmelweis se equivocó sobre la teoría de la contaminación cadavérica. Efectivamente, lo que el médico húngaro desconocía es que la cal clorada no solo destruye el hedor de las manos contaminadas, sino también las bacterias.

Por tanto, es necesario que el médico se desinfecte las manos antes de cada examen para no portar bacterias, y no, como pensaba Semmelweis, únicamente después de las visitas a la morgue.

Efecto invernadero: Eunice Newton Foote y John Tyndall

Tensión por el descubrimiento del calentamiento de la Tierra: ¿fue realmente una mujer la pionera?

El físico John Tyndall ha planteado la relación del aumento de la temperatura terrestre con ciertos gases, un hallazgo que, según parece, Eunice Newton Foote demostró hace ya tres años

27 de mayo de 1859

El físico irlandés John Tyndall acaba de publicar en la revista de la Royal Society su artículo «Notas sobre la transmisión de calor radiante a través de cuerpos gaseosos», donde demuestra, por medio de un experimento muy preciso, la manera en que gases como el CO_2 afectan a la temperatura terrestre.

El descubrimiento es de sumo interés, pero la polémica se ha desatado tras la revelación de que una climatóloga y sufragista del otro lado del charco, la estadounidense Eunice Newton Foote, hija de Isaac Newton Jr., ya corroboró este fenómeno hace tres años en otra publicación.

¿Ha plagiado Tyndall el experimento para llevarse el mérito del descubrimiento? ¿Es posible que quizá no fuera de verdad conocedor del trabajo que Foote había realizado al otro lado del Atlántico?

El segundo caso es el más probable, ya que, como Tyndall declara en la primera página del estudio: «no era consciente de que ningún trabajo sobre la transmisión de calor a través de cuerpos gaseosos hubiese sido publicado con anterioridad al mío».

Un trabajo ninguneado por la comunidad

Tenemos pocas referencias sobre el trabajo de Foote y su repercusión.

El 23 de agosto de 1856 se hizo público el artículo, «Circumstances affecting the heat of the sun's rays», en el que cientos de hombres de ciencia, inventores y curiosos se reunieron en Albany, Nueva York, con motivo de la celebración de la Octava Reunión Anual de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (AAAS). A Foote no se le permitió leer su propio artículo por las limitaciones impuestas a su sexo, de modo que tuvo que presentarlo el profesor Joseph Henry del Instituto Smithsoniano, quien al inicio de su intervención recalcó: «La ciencia no pertenece a ningún país ni sexo concreto. La esfera de la mujer abarca no solo lo bello y lo útil, sino lo verdadero».

Sorprendentemente, el artículo quedó fuera de las actas anuales de la AAAS, un registro publicado de los artículos presentados en las reuniones anuales. La razón nos es desconocida, pero, aunque algunos expertos afirman que fue el artículo más destacado de la reunión, las publicaciones tienen que pasar el filtro de un comité que puede vetarlas.

¿Ha vetado la AAAS un trabajo muy destacado solo por ser su autora una mujer?

Algunos han considerado e incluso expresado abiertamente la triste idea de que las mujeres no poseen la fuerza mental necesaria para la investigación científica. Pero los experimentos de Foote ofrecen abundante evidencia de la capacidad de la mujer para llevar a cabo investigaciones originales y precisas[6].

Además de todo esto, Foote fue en 1848 una de las fundadoras de la Convención de Seneca Falls, donde las mujeres pidieron igualdad de derechos y el voto femenino, por lo que imaginamos que este traspié a su trabajo no habrá sido de su agrado.

Los experimentos

Foote demostró en su artículo las interacciones de los rayos del sol con diferentes gases a través de una serie de experimentos usando una bomba de aire, cuatro termómetros y dos cilindros de vidrio. Primero, Foote colocó dos

termómetros en cada cilindro y, usando la bomba, extrajo el aire de un cilindro y lo condensó en el otro. Permitió que ambos cilindros alcanzaran la misma temperatura. Después colocó los cilindros con sus termómetros al sol para medir la variación de temperatura una vez calentados y bajo varios estados de humedad. Repitió este proceso con hidrógeno, aire común y CO_2, todo calentado después de haber estado expuesto al sol. De los gases probados, concluyó que el dióxido de carbono había atrapado la mayor parte del calor, con una temperatura final de 125 °F.

La investigación de Tyndall identificó los mismos gases de efecto invernadero que Foote. Además, él contaba con mejores medios, así que sus mediciones han sido sumamente precisas.

Foote no solo realizó el experimento, sino que teorizó sobre la causa del aumento de temperaturas en otras etapas históricas: «En un período de su historia el aire se había mezclado con él en una proporción mayor que en la actualidad, un aumento de temperatura por su propia acción debe de haber resultado necesariamente en un aumento de peso».

Sea como fuere, tanto Foote como Tyndall han sido pioneros en un descubrimiento que nos puede dar muchas pistas sobre los cambios que se han producido en nuestro querido planeta Tierra a lo largo de su historia.

Viaje en el tiempo

Este fenómeno estudiado por ambos científicos es lo que ahora llamamos «efecto invernadero».

Gracias a una investigación bibliográfica de 2011, Raymond Sorenson, coeditor de *Oil-Industry History*, descubrió el trabajo de Foote y lo sacó a la luz. Hasta entonces, el descubrimiento al completo se había atribuido a Tyndall, ya que Foote había sido silenciada por la historia.

Tuvo que pasar más de medio siglo hasta que, en la década de 1930, el ingeniero e inventor Guy Stewart Callendar analizó los datos de temperatura de los últimos cincuenta años y encontró una tasa de calentamiento anual de 0,005 °C. Era demasiado alta, según Callendar, para ser una fluctuación natural del clima.

A partir de 1957, el químico Charles David Keeling pudo mostrar la conexión directa entre la concentración de CO_2 y la quema de combustibles fósiles, mediante mediciones a largo plazo en Hawái. La llamada curva de

Keeling ahora se considera una de las pruebas más importantes del calentamiento global provocado por el ser humano.

El hecho de que la actividad industrial esté teniendo consecuencias negativas en el cambio climático del planeta cuenta, a día de hoy, con un amplio consenso científico. Conocemos el efecto del CO_2 en el clima de la Tierra desde hace más de un siglo y medio, y podemos medir con cada vez más precisión nuestro impacto sobre el medio ambiente, así como ajustar las maneras en que podemos reducir este impacto, si es que queremos detener el calentamiento global y las terribles consecuencias que puede llegar a provocar en nuestro planeta.

Evolución y selección natural: Jean-Baptiste Lamarck, Charles Darwin y Alfred Russel Wallace

La sociedad, dividida: duro enfrentamiento entre partidarios y detractores de la teoría de Darwin

En un encarnizado debate entre el obispo Samuel Wilberforce y el biólogo Thomas H. Huxley, el primero ha preguntado al científico «si prefiere ser descendiente de simio por parte de madre o de padre»

31 de junio de 1860

Ayer tuvo lugar el debate más acalorado hasta la fecha sobre las ideas revolucionarias de Charles Darwin, que desde hace siete meses, cuando se publicó su excelsa obra *El origen de las especies por selección natural*, están en boca tanto de estudiosos como de la sociedad en general.

En la monografía, Darwin argumenta que las distintas formas de vida son el resultado de la variabilidad, la herencia y la selección natural a lo largo de millones de años, no de la actividad de un creador inteligente.

El interés suscitado por esta idea, que pone en jaque a los más creyentes en la acción directa de Dios, ha motivado la celebración de un intenso encuentro en el Museo Universitario de Historia Natural de Oxford.

En él han participado importantes científicos, filósofos y teólogos británicos, entre los que destacan el biólogo Thomas Henry Huxley; el obispo de Oxford, Samuel Wilberforce; el presidente de la Royal Society, Benjamin Brodie; el botánico Joseph Dalton Hooker, y Robert FitzRoy, el capitán del famoso *Beagle*, en el que Darwin zarpó.





Huxley y Wilberforce caricaturizados por *Vanity Fair*.

La ofensa del obispo y el rechazo de su capitán

Más de quinientas personas, en una sala abarrotada, asistieron a un debate que seguramente dará que hablar durante mucho tiempo. Por un lado, se encontraba Huxley, un joven biólogo de 35 años apasionado de los fósiles, gran defensor de la teoría darwiniana y apodado «el bulldog de Darwin». Por otro, Samuel Wilberforce, con una carrera exitosa en la Iglesia de Inglaterra y conocido por sus habilidades comunicativas. El enfrentamiento estaba servido.

Uno de los asistentes, el zoólogo Alfred Newton, ha relatado a este diario cómo fue el duro encontronazo entre el biólogo Huxley y el obispo Wilberforce[7], y ha destacado la susceptibilidad de este último: «En referencia a lo que Huxley había dicho días antes respecto a que después de todo no significaba nada para él si era o no descendiente de un gorila, el obispo, irritado, le preguntó si prefería ser descendiente de simio por parte de

madre o de padre». Al parecer, esto provocó la sonrisa de Huxley, quien le contestó que «preferiría antes ser descendiente de un simio que de un hombre como el obispo, que hace un uso tan mezquino de sus maravillosas dotes de ponente para intentar silenciar el debate».

La polémica continuó con la intervención de Robert FitzRoy, capitán del Beagle durante el viaje de Darwin veinticinco años antes. FitzRoy repudió el libro de Darwin y, según los asistentes, levantó una inmensa Biblia sobre su cabeza, primero con ambas manos y luego solo con una, e imploró solemnemente a la audiencia que «creyesen en Dios y no en un hombre».

¿Por qué tanta polémica?

Resulta flagrante que desde hace siete meses las ideas de Darwin hayan estado presentes en la sobremesa de muchos de nuestros lectores. Pero ¿cuál es el motivo?, ¿qué hay de revolucionario en la visión del naturalista?

Las afirmaciones más contundentes de su obra rechazan la idea de la creación divina, pues niegan que sea una explicación científica la aceptación de que «fue una decisión del Creador construir todos los animales y plantas, en cada una de las grandes clases, según un plan uniforme». También manifiesta que «en el futuro se proyectará mucha luz sobre el origen del hombre». Pero ¿cuál es el origen del hombre?, ¿venimos de los simios, tal como acusó el obispo en el debate?

Los expertos exponen todo tipo de perspectivas que dividen la opinión pública.

Asa Gray, destacado botánico, reconoce que «no estamos dispuestos ni preparados para tomar partido a favor o en contra de la nueva hipótesis. Ambos puntos de vista dividen de manera muy desigual al mundo científico».

Otros no son tan benévolos, como el filántropo John Lowell, quien le ha dedicado estas duras palabras: «La teoría adopta, o al menos sugiere, opiniones sobre los modos de acción del Creador, y sobre los procedimientos de la Providencia, que son repugnantes para los más preciados sentimientos y esperanzas del hombre».

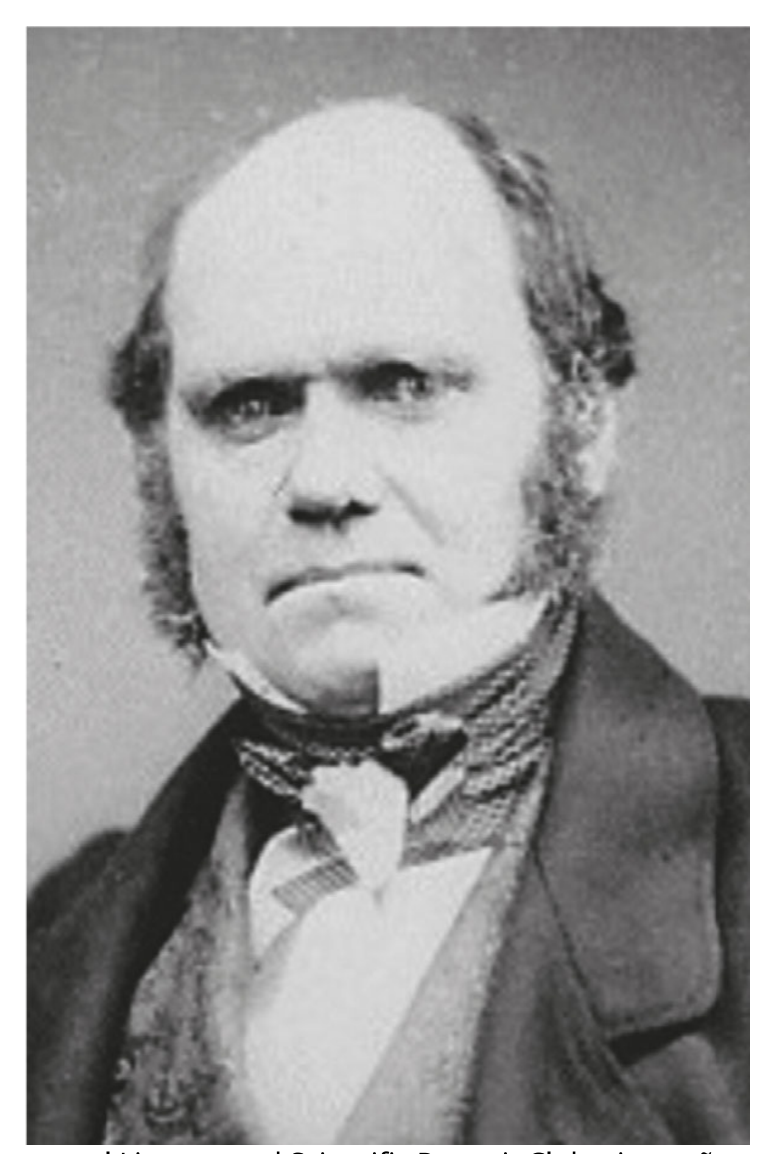
Lo que sí reconocen sus colegas es que se trata de un libro denso y complicado para los no iniciados en el tema. De hecho, el propio Darwin, inseguro de que fuera bien recibido por los no especialistas, se ofreció a cubrir los gastos de su publicación. Sin embargo, la primera edición de 1250

ejemplares, se agotó en las librerías el primer día, el pasado 24 de noviembre. Desde entonces, se ha ido reeditando y se han vendido ya miles de ejemplares.

Desde este humilde diario vamos a intentar resumir las principales tesis del libro para que en la próxima sobremesa con su suegro pueda jactarse de conocer a fondo y no de oídas las ideas de este naturalista revolucionario.

¿Qué cuenta Darwin?

El primer hecho fundamental en el que se basa la teoría de Darwin es el de los recursos naturales limitados. Dado que no hay recursos ilimitados, los organismos no pueden reproducirse indefinidamente. Así, la **lucha por la existencia** es inevitable, y se entiende como un conjunto de interacciones de los organismos con el medio, que conducen a la supervivencia selectiva. Por eso, hay algunas especies que se «extinguen».



Darwin posando para el Literary and Scientific Portrait Club, cinco años antes de publicar *El origen de las especies.*

El segundo hecho fundamental que forma la base de la teoría de Darwin es la **variabilidad**. Si todos los organismos vivos difieren entre sí, entonces tienen diferentes posibilidades de luchar por la existencia y dejar descendencia.

La variabilidad de los organismos se combina con la **herencia**: muchas variaciones individuales se transmiten a la descendencia. Si los portadores de variantes distintas tienen posibilidades diferentes de sobrevivir en la lucha por la existencia y dejar descendencia, y si esta variabilidad es de naturaleza hereditaria, esto significa inevitablemente que los rasgos de la próxima generación serán diferentes de los de la anterior.

La **selección natural** es el factor principal de la evolución y explica el mecanismo de formación de nuevas especies. Es esta selección la que impulsa la evolución y destruye los organismos menos preparados para el entorno.

En resumen, los seres vivos no somos inmutables y no hemos sido siempre de la misma manera. Hemos cambiado y nos hemos adaptado para sobrevivir. ¿Teníamos antes más pelo por el cuerpo? ¿Estábamos más encorvados? ¿Puede que incluso hayamos caminado a cuatro patas?

Los que vinieron antes: Lamarck y Wallace

Aunque ahora esté en el foco social por su concepto de la «selección natural», Darwin no ha inventado la idea de la evolución.

Sus predecesores —como el naturalista francés Jean-Baptiste Lamarck y su propio abuelo, Erasmus Darwin— ya se aventuraron en el estudio de la «evolución».

Cabe destacar a Jean-Baptiste Lamarck, uno de los grandes hombres del siglo, experto en historia natural. Con la publicación en 1809 de *Filosofía zoológica*, introdujo dos nociones sobre los cambios que se producen en las especies: para él, esos cambios se debían a la tendencia de los seres vivos a una complejidad cada vez mayor; y, por otro lado, también a la influencia del entorno en el que se encuentran.

En efecto, en su obra podemos leer: «No son los órganos los que dan lugar a los hábitos y facultades de las especies. Al contrario, sus hábitos, su manera de vivir y las circunstancias son los que han constituido la forma de su cuerpo y el estado de un órgano».

Lamarck defendía, pues, que las especies sufrían modificaciones, y que «la función crea el órgano». Es decir, que si hoy en día los camaleones se camuflan tan bien es porque han tenido que evolucionar para conseguir esconderse con éxito de sus depredadores. Pero Darwin se ha desmarcado de esta visión, aportando otro punto de vista: solo aquellos camaleones que se camuflaban de forma óptima conseguían sobrevivir, por lo tanto la especie fue mejorando a lo largo de miles de años. Es decir, entró en juego la selección natural.

Paralelamente al trabajo de Darwin, otro naturalista británico, Alfred Russel Wallace, ha propuesto de forma independiente su propia teoría de la evolución, tras realizar un enorme trabajo de campo. Wallace y Darwin han llegado a ideas semejantes en algunos puntos. De hecho, se rumorea que Darwin pensó que Wallace estaba defendiendo por escrito ideas parecidas a las suyas y esto lo empujó a publicar sus propios resultados, por miedo a

quedar en un segundo plano después de tantos años de investigación. Sin embargo, Wallace ha manifestado que respeta el protagonismo de Darwin y se mantiene fiel a la teoría.

¿Qué les parece a ustedes, queridos lectores? ¿Se trata la teoría de Darwin de una versión más refinada y sutil de las ideas ya innovadoras de Jean-Baptiste Lamarck?

¿Creen nuestros ávidos lectores que sus antepasados descienden de los simios, como acusa el obispo?

Estamos, sin duda, ante una revolución sin parangón de nuestra concepción como seres humanos.

Viaje en el tiempo

La teoría de la evolución constituye la base teórica de la biología moderna y es una de las más fascinantes, revolucionarias y polémicas propuestas científicas de la historia. Tanto que a día de hoy sigue generando fértiles líneas de investigación y continúa teniendo grandes enemigos.

No sabemos si Darwin había leído o no a Mendel, pero no parece que tuviera en cuenta los mecanismos de la herencia, ya que, por aquel entonces, prácticamente no estaban estudiados. A principios del siglo XX, los hallazgos en genética avanzaron con rapidez y se acumuló un conjunto de conocimientos que no se había reflejado de modo alguno en los postulados originales de Darwin.

Como ocurre con cualquier propuesta científica, hay muchas más preguntas que respuestas alrededor de la teoría de la evolución.

Algunos científicos actuales se adhieren a la teoría del equilibrio discontinuo, la cual afirma que la evolución se da a pasos agigantados, en lugar de gradualmente. Existe discusión científica al respecto, pues parece difícil describir una evolución abrupta. Sin embargo, la genética del desarrollo moderna y la biología del desarrollo evolutivo (o «evo-devo») podrían arrojar luz sobre los posibles mecanismos de «pasos agigantados».

Pasteurización: Louis Pasteur

Pasteur salva el vino de Francia a petición de Napoleón III

El científico Louis Pasteur no deja de sorprendernos: salva el vino de Francia y ahora descarta la generación espontánea

21 de febrero de 1865

En el día de ayer, la Academia de Ciencias de Francia otorgó el Premio Alhumpert al químico y físico Louis Pasteur por los experimentos que llevó a cabo con objeto de refutar la teoría de la generación espontánea.

Pasteur es una de las grandes mentes de nuestro tiempo, y sus descubrimientos de los últimos años están cambiando la forma que tenemos de entender el mundo.

Cuando el rey Napoleón III le pidió que ayudara a arreglar «la enfermedad del vino», Pasteur no lo dudó ni un momento y ha logrado un método que, gracias al calor, está mejorando las condiciones y el tiempo de vida del vino francés.

Además, a raíz de haber descubierto que eran pequeños gérmenes los que agriaban el vino, ha realizado otros experimentos para comprobar si estos patógenos aparecen de forma espontánea, y ha podido corroborar que son transportados desde fuera.

«La enfermedad del vino», resuelta

Hace once años que Louis Pasteur, por entonces un joven de 32 años, fue ascendido a decano de la facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Lille.

Fue en el laboratorio de la facultad donde estableció contacto con los dueños de las destiladoras de la zona, quienes acudían a consultarle sobre cómo mejorar sus producciones y resolver los problemas que tenían.

Varios de los vinos se convertían rápidamente en vinagre sin que los viticultores supieran el porqué. Por muy buenas que fueran las cosechas, el vino se agriaba.

Así que Pasteur, animado por Napoleón III, comenzó a estudiar los productos de reacción y concluyó que las sustancias que modificaban el vino eran biológicas.

Las muestras de levadura que observó a través del microscopio evidenciaron que esos cambios en el vino se debían a unos microorganismos vivos, los fermentos, que eran los responsables de convertir el azúcar en alcohol. Además, la levadura constaba claramente de varias cepas (cada fermento producía una «enfermedad» distinta en el vino). Esto lo llevó a deducir que el amargor del vino es un proceso biológico.

La solución era calentar el vino cuando los azúcares ya estuviesen procesados por completo, y matar, así, la mayor parte de las levaduras. Los productores de vino quedaron indignados con esta solución, pues pensaron que estropearía completamente la calidad de sus caldos. Sin embargo, Pasteur logró usar las temperaturas adecuadas (de solo 57 °C) para acabar con el problema sin afectar al sabor, lo que supuso un éxito incontestable y mejoró de forma notable la rentabilidad de las cosechas.

Adiós definitivo a la teoría de la generación espontánea

Omne vivum ex vivo («Toda vida sale de vida»). Este es el principio que parece regir nuestro mundo. Sin embargo, gracias a los experimentos de Pasteur, la tesis de la generación espontánea nunca había tenido menos fuerza que ahora.

Durante siglos se ha creído que, en circunstancias favorables y sin ninguna intervención externa, podían surgir seres vivos a partir de la materia. Aristóteles ya propuso que la generación espontánea de la vida resultaba de la interacción de la materia inerte con una fuerza vital o divina a la que llamó «entelequia».

Y sus defensores todavía persisten hasta nuestros días, como el naturalista Félix Pouchet, que desde hace cuatro años compite con Pasteur por el Premio Alhumpert de la Academia de Ciencias de Francia.

Pouchet ha realizado experimentos durante años, y siempre ha interpretado sus resultados como positivos para la generación espontánea, porque hervía el compuesto, lo aislaba, y, aun así, aparecían microorganismos «de la nada».

Sin embargo, Pasteur no estaba convencido de ello, pues pensaba que la metodología de Pouchet era fallida porque permitía la entrada de microorganismos externos.

Así pues, en el día de ayer la comisión emitió su fallo definitivo: la generación espontánea que defiende Pouchet queda relegada al ver los experimentos de Pasteur, que son más convincentes.

¿Qué es lo que ha hecho el científico para convencer al jurado? Demostrar que los patógenos están en el aire y que, si las sustancias que han sido hervidas se aíslan, ningún microorganismo nuevo puede penetrar en ellas.

El experimento ha sido la clave: hirvió un caldo de cultivo y lo expuso en unas vasijas que dejaban entrar el aire a través de un filtro conectado a un largo y tortuoso tubo, para impedir, así, la entrada de partículas de polvo en el medio de cultivo. No creció nada en los caldos preparados por Pasteur. Por tanto, los organismos vivos que sí crecían en los otros caldos no podían haberse generado en su interior, sino que tenían un origen exterior, como por ejemplo las esporas en el polvo.

Viaje en el tiempo

Todo este proceso para «salvar el vino de Francia» fue apodado posteriormente como «pasteurización», en honor a su descubridor. La pasteurización comercial de la leche comenzó a finales del siglo XIX en Europa, y a principios del siglo XX en Estados Unidos. Logró disminuir de forma considerable las tasas de enfermedades derivadas del consumo de leche sin tratar.

La pasteurización se utiliza a diario en la industria alimentaria y tiene enormes ventajas, tanto para la salud como para la conservación de alimentos con sus cualidades organolépticas inalteradas.

La tabla periódica de los elementos: Dmitri Mendeléyev

¡Por fin alguien pone orden al caos! Los elementos químicos, ordenados

El químico Dmitri Mendeléyev ha publicado su «tabla de los elementos», donde los ordena por grupos y peso atómico

7 de marzo de 1869

Un misterioso y un tanto alocado profesor de la Universidad de San Petersburgo acaba de revolucionar el mundo de la química. Dmitri Mendeléyev publicó ayer su esquema de la tabla de los elementos en un artículo de la *Revista de la Sociedad Química Rusa* titulado «Sobre la relación de las propiedades de los elementos y sus pesos atómicos», y también ha dado aviso del descubrimiento a los principales científicos del mundo, que ya han comenzado a comentar su trabajo.

En sus propias palabras, «Si todos los elementos se disponen en el orden de sus pesos atómicos, se obtiene una repetición periódica de propiedades. Esto es la ley de la periodicidad».

Hasta la fecha, ha habido algunos intentos más o menos infructuosos de organizar el cada vez más intrincado ámbito de los elementos químicos, ya que cada cierto tiempo se van descubriendo más y cada científico utiliza sus propios signos y abreviaturas. Pero Mendeléyev ha decidido combinar las dos clasificaciones principales (según el peso atómico y según las propiedades comunes) en una sola tabla, que exponemos en esta publicación.

Entendiendo la tabla de los elementos

Como podemos observar, la tabla está dividida en filas y columnas. En las columnas, los elementos están agrupados según las similitudes y afinidades químicas, como su valencia (si no saben ustedes lo que eso significa, tendrán que recurrir a un libro de química, porque nosotros somos un humilde diario). En las filas, el número es ascendente: cuanto más pesado sea el elemento, más abajo en la tabla se situará. En el caso del hidrógeno, su peso atómico es de 1,007, por ello está en primer lugar. Cada signo = va seguido del peso atómico.

El lugar de cada elemento químico, pues, viene determinado por el número de grupo (afinidad) y el número del período (peso atómico) al que pertenece.

Reihen	Gruppe I. — R^2O	Gruppe II. — RO	Gruppe III. — R^2O^3	Gruppe IV. RH^4 RO^2	Gruppe V. RH^3 R^2O^5	Gruppe VI. RH^2 RO^3	Gruppe VII. RH R^2O^7	Gruppe VIII. — RO^4
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

Tabla periódica original de Mendeléyev [8].

La tabla que lo cambia todo

La clasificación ha tenido muy buena acogida entre los químicos, que ya afirman que introduce un orden y una claridad de valor incalculable.

La gran aportación de Mendeléyev es haber descubierto que todos los elementos químicos existentes en la naturaleza están muy relacionados entre sí, puesto que sus propiedades se repiten periódicamente y por tanto reflejan una proporción natural que se puede expresar de forma gráfica.

¡Y no solo eso! Gracias a la nueva taxonomía, ahora sabemos que quedan muchos elementos por descubrir. De los que podemos encontrar en la naturaleza, ya hemos hallado 63 de los 92 elementos existentes entre el hidrógeno y el plomo, que parece el más pesado de todos. Eso indica… ¡que nos faltan 29! Y Mendeléyev los ha evidenciado en la tabla mediante sencillos guiones. Él mismo lo reconoce en el estudio: «Falta un elemento en este sitio y, cuando sea encontrado, su peso atómico lo colocará antes del titanio».

Y por si todavía les pareciera poco a nuestros queridos lectores, como consecuencia de que cada elemento está ahora agrupado según su afinidad química y según el peso de sus átomos, parece ser que algunas masas atómicas de elementos no acaban de cuadrar, así que más de un científico deberá revisar lo que suponía de esos elementos.

Viaje en el tiempo

Muchos de los descubrimientos que hemos visto y veremos a lo largo de este libro han quedado, en cierta medida, obsoletos o, al menos, su aplicación y conocimiento han sido muy desarrollados o completados a lo largo de los siglos o décadas posteriores.

Sin embargo, tras ciento cincuenta años, la tabla periódica de los elementos sigue vigente con alguna modificación, pero se mantienen la misma organización y taxonomía.

Actualmente se conocen 118 elementos químicos, de los cuales se considera que 90 están presentes en la naturaleza en cantidades apreciables, y 8 aparecen en la naturaleza en forma de trazas (cantidades diminutas) a partir de la desintegración radiactiva de otros elementos más pesados. El resto de los elementos han sido sintetizados de forma artificial en laboratorios, como el neptunio o el plutonio. Sin embargo, son muy pesados y su radiactividad es muy alta, por lo que a veces su existencia es efímera.

¿Nos quedan más elementos por descubrir? Algunos expertos afirman que no hay límites y otros opinan que es difícil encontrar elementos más pesados, pues su inestabilidad sería tan alta que se desintegrarían en milisegundos. La pregunta, sin duda, está en el aire.

Teoría germinal de la enfermedad: Louis Pasteur, Robert Koch y Agostino Bassi

La teoría más polémica: ¿Puede algo diminuto acabar con la vida de un hombre?

El científico Louis Pasteur no deja de sorprendernos: salva el vino de Francia, descarta la generación espontánea y ahora desvela su teoría más controvertida

1 de mayo de 1878

En el día de ayer, el reputado científico francés Louis Pasteur puso punto y final a una teoría que llevaba desarrollando más de dos décadas. La publicación de su «Teoría de los gérmenes y sus aplicaciones a la medicina y la cirugía», en colaboración con los científicos Jules François Joubert y Charles Édouard Chamberland, ha supuesto un antes y un después en nuestro entendimiento de las enfermedades, aunque no toda la sociedad ve con buenos ojos sus conclusiones.

El científico ha presentado su teoría más controvertida y esperada en la Academia de Ciencias de Francia, que ha sido recibida con asombro y expectación.


Retrato de Louis Pasteur.

La teoría germinal se basa en que todas las enfermedades infecciosas (aquellas que se contagian) se originan por un germen con capacidad para propagarse entre las personas, además de ocasionar procesos químicos como la descomposición y la fermentación.

¿Quiere decir esto que son pequeños seres invisibles al ojo humano los causantes de enfermedades que acaban con la vida de miles de personas? Un ejemplo evidente sería la fiebre tifoidea, un mal de nuestro tiempo que ha acabado con la vida de tres de los cinco hijos de Pasteur. Pero lo que mucha gente se pregunta es: ¿de verdad algo tan pequeño puede hacernos tanto daño?

Los gérmenes, causantes de los males

Ya sabemos que, hasta la fecha, una de las teorías más aceptadas sobre el origen de muchas enfermedades es la teoría de los humores, implantada desde la Antigüedad con la medicina hipocrática, que en los últimos años se ha empezado a poner en cuestión. En ella se sostiene que la enfermedad resulta de algún desequilibrio en los cuatro humores corporales, que son unos fluidos que en las personas sanas se mantienen en equilibrio; sin embargo, cuando uno de los cuatro (sangre, bilis negra, bilis amarilla y flema) se desestabiliza, surgen enfermedades relacionadas que, a su vez, cuando desaparecen, permiten recuperar el equilibrio perdido.

A principios de nuestro siglo, varios científicos ya habían atribuido otros motivos al origen de ciertas enfermedades. Uno de ellos fue el italiano Agostino Bassi, quien, tras realizar una serie de experimentos entre los años 1808 y 1813 y en el curso de la investigación sobre una enfermedad en los gusanos de seda llamada *calcinaccio*, demostró por primera vez que el causante de la enfermedad era un microorganismo.

Pasteur, gran estudioso de la obra de Bassi, trabajó en el mismo campo, y en la década de 1860 encontró dos enfermedades que debilitan y finalmente matan al gusano: la pebrina y la llamada *flacherie*. También descubrió que aislando a los gusanos enfermos y mejorando las condiciones de higiene de los cultivos de moreras (el alimento de los gusanos de seda), la producción mejoraba notablemente y se podían mantener a raya las enfermedades. Pasteur estableció ciertas reglas sobre el contagio y la profilaxis, antesala de sus estudios de enfermedades humanas.

Así que, ¿y si nos estábamos aferrando a una explicación ilógica, y resulta que hay diversos seres invisibles que son los causantes de muchos males distintos?

Algunas de las tragedias registradas en los últimos años nos hacen sospechar que quizá Pasteur y sus antecesores estén en lo cierto: por ejemplo, el brote de cólera de 1854, que en una semana mató alrededor de setecientas personas en un solo barrio londinense, el barrio de Soho. El médico inglés John Snow concluyó que el origen debía de hallarse en los pozos de agua, que podía estar contaminada, y haberse contagiado entre individuos.

Koch y los científicos que apoyan este descubrimiento

No podemos concluir el artículo sin nombrar los esenciales estudios que realizó el microbiólogo alemán Robert Koch y que se publicaron hace dos años, pues son fundamentales para el desarrollo de esta excelsa teoría.

En 1872, Koch inició sus estudios sobre el ántrax (o carbunco) de la zona de Wollstein, en Prusia. El carbunco afectaba a personas y animales y, en la época, provocó importantes pérdidas económicas, por eso se le denomina «el carbunco de las ovejas». Koch utilizó cultivos bacterianos y realizó un importante trabajo de laboratorio, examinando la sangre y los tejidos de animales aquejados de esta dolencia. Había algo que llamó la atención del científico: siempre que aparecían los síntomas del carbunco, y con independencia del tipo de animal que estuviera enfermo, se encontraban ciertas bacterias en sus muestras. Probó a aislar este microorganismo y a inocularlo en animales sanos, inyectándolo en ratones. Los ratones mostraban signos y síntomas muy parecidos a los de los animales enfermos analizados con anterioridad.

Otros científicos, como el médico húngaro Ignaz Semmelweis, que han insistido durante años en la necesidad de desinfectarse las manos antes de asistir a las mujeres en el parto con el fin de evitar su contaminación con «partículas cadavéricas», han sido ignorados e incluso denostados por defender esa práctica. Ahora, con la experimentación de Pasteur, parece plausible que las manos de los médicos puedan portar «gérmenes» que afecten a las pacientes y puedan causarles la muerte.

Viaje en el tiempo

A partir del desarrollo de la teoría microbiana de la enfermedad (nombre dado posteriormente), Pasteur se dedicó durante años a la microbiología y, mediante mucho estudio y la ayuda de sus microscopios, se propuso identificar los microorganismos causantes de las enfermedades para poder detenerlos. Se centró en las enfermedades infecciosas y, en 1877, descubrió que la causa de los forúnculos está en los estafilococos. Más tarde, averiguó que los estreptococos, que se encuentran presentes en el tracto genitourinario de las mujeres que han dado a luz, son los que causan la fiebre puerperal. Semmelweis tenía razón en el tratamiento (la desinfección para matar los microbios), pero no había hallado el porqué.

Gracias al trabajo que Edward Jenner hizo con la vacuna de la viruela, Pasteur consiguió obtener compuestos con los propios agentes infecciosos y logró la inmunización para dos casos: el cólera de los pollos (cólera aviar) y el ántrax.

En julio de 1885 alcanzó su mayor éxito como microbiólogo: vacunar con éxito de la rabia a una persona, Joseph Meister, un niño de 9 años. Poco después, en septiembre, repitió la vacunación, esta vez con un joven pastor de 15 años que había sido brutalmente atacado por un perro rabioso. Los vacunados sobrevivieron, y este triunfo supuso un gran avance.

Genética y leyes de la herencia: Gregor Mendel
El monje olvidado y sus 30 guisantes

Fallece el científico austríaco Gregor Mendel sin haber visto reconocida su obra sobre la hibridación de plantas

7 de enero de 1884

En el día de ayer, Gregor Johann Mendel, fraile agustino, católico y naturalista, falleció a la edad de 62 años a causa de una nefritis crónica.

Mendel dedicó gran parte de su vida a estudiar el comportamiento de las plantas, cómo se desarrollan y cómo funciona la herencia de unas a otras.

Nueve años, 30 plantas de guisantes

Lo que parecía un obstinado y largo experimento de un gran apasionado de la botánica, se puede convertir en la clave para entender cómo funciona la herencia.

Mendel, que residía en el convento de agustinos de Brünn, quería observar cómo evolucionan las plantas de guisantes a lo largo de los años. Seleccionó una variedad de guisantes que solo da flores rojas y una variedad de guisantes que únicamente produce flores blancas. El investigador plantó ambas variedades en terrenos separados, luego recogió las semillas de las plantas adultas y las volvió a plantar, y repitió el mismo proceso durante tres años, asegurándose de que no hubiera ningún cruce entre ellas, de manera que una parcela se mantuviera con las flores rojas y la otra, con las blancas. Después de eso, Mendel procedió a la hibridación, cruzando plantas con flores blancas y plantas con flores rojas. En otoño recogió los guisantes resultantes, y al año siguiente los volvió a plantar. Su sorpresa fue mayúscula cuando vio que el

híbrido dio solo flores rojas. ¿Por qué no había dado una mezcla de blancas y rojas?



Gregor Mendel, descanse en paz.

Denominó al color rojo de la flor del guisante «dominante», es decir, de rasgo superior; y al blanco, «recesivo», es decir, de rasgo inferior, porque no aparecía cuando se hibridaron.

Continuó con su experimento y cruzó entre sí plantas ya híbridas, de segunda generación, que florecieron solo en rojo; y volvió a plantar las semillas resultantes. De nuevo, otra sorpresa: la tercera generación produjo flores rojas y blancas. ¿En la segunda generación no aparecían y en la tercera sí? ¿Cómo era posible?

Mendel contó entonces la cantidad de plantas que florecían en el jardín con flores rojas y con flores blancas, y su proporción era exactamente de tres a uno: la cantidad de plantas con flores rojas suponía tres cuartas partes del número total de tallos de guisantes en el jardín, y las plantas con flores blancas representaban la cuarta parte restante. El fraile estaba asombrado. Analizó los resultados de los experimentos durante mucho tiempo y los repitió, con el fin de analizar otros rasgos, que incluían el color y las arrugas

de cada tipo de guisante. El resultado fue siempre el mismo: en la segunda generación, el rasgo dominante suprimía el recesivo, pero en la tercera generación el rasgo recesivo se manifestaba nuevamente en la proporción citada.

Mendel cultivó y estudió casi 30 plantas de guisantes a lo largo de unos siete años de experimentaciones y dos años más de análisis de los resultados. Finalmente, obtuvo una imagen clara sobre la herencia de rasgos, y concluyó sus tres leyes: 1) Principio de la uniformidad: cuando se cruzan dos individuos de raza pura, los híbridos resultantes son todos iguales. 2) Principio de la segregación: ciertos individuos son capaces de transmitir un carácter, aunque en ellos no se manifieste. 3) Principio de la combinación independiente: los caracteres se transmiten con independencia unos de otros.

Mendel, ¿genio ninguneado?

Las preguntas que se hace este diario después de analizar el interesantísimo estudio de Mendel son: ¿Por qué prácticamente ningún experto le ha prestado atención en casi veinte años? ¿Está nuestra ciencia contemporánea preparada para tomar las riendas de este hallazgo?

Mendel publicó en 1866 los resultados de su experimento con guisantes en «Experimentos sobre hibridación de plantas», y envió separatas del artículo a la Royal Society, a la Sociedad Linneana y al Observatorio de Greenwich, pero no obtuvo respuesta de ninguna de estas instituciones.

También nos preguntamos si el destacado naturalista Charles Darwin conocía de su existencia, ya que se rumorea que este sí había leído menciones suyas; sin embargo, para esta pregunta tampoco tenemos respuesta.

Tal fue la indiferencia de la comunidad científica que Mendel abandonó sus investigaciones en el año 1869, después de recibir una fría y escéptica respuesta del prestigioso botánico suizo Karl Wilhelm von Nägeli, a quien había enviado sus conclusiones.

Desde estas páginas rendimos homenaje a este monje dedicado al estudio, y esperamos que en un futuro próximo se pongan en valor sus prometedores descubrimientos.

Viaje en el tiempo

Las leyes mendelianas de la herencia sentaron las bases para la teoría de la evolución centrada en el gen, y la genética se convirtió en una rama de la biología que tuvo un rápido desarrollo, pero lo cierto es que la importancia de los descubrimientos de Mendel se evaluó solo después de que sus resultados fueran confirmados de forma independiente a comienzos del siglo XX por tres biólogos dedicados a la botánica: Hugo Marie de Vries, en Holanda; Carl Correns, en Alemania, y Erich von Tschermak, en Austria. El 1900 se considera, gracias a ellos, el año del surgimiento de la ciencia genética.

Hoy en día, los genetistas consideran la aportación de Mendel más como una serie de reglas generales que de leyes, ya que estas no se cumplen en todos los casos. Pongamos dos ejemplos: cuando los genes están ligados y por tanto se encuentran en el mismo cromosoma, esos genes tienden a transmitirse juntos y no de forma independiente. Además, las mutaciones hacen que los fenotipos no sean tan predecibles como suponía Mendel.

Electromagnetismo: James C. Maxwell y Heinrich Hertz

Detectadas las ondas invisibles que atraen y electrifican

Por primera vez se han detectado las «ondas electromagnéticas», después de años persiguiéndolas, gracias al físico Heinrich Hertz

22 de febrero de 1889

Por fin tenemos localizadas las ondas electromagnéticas. La mayor incógnita que los científicos llevan persiguiendo durante décadas ha culminado en el estudio del físico alemán Heinrich Hertz publicado ayer en *Nature* con el título «Las fuerzas de las oscilaciones eléctricas, tratadas de acuerdo a la teoría de Maxwell».

Hertz construyó en su laboratorio un emisor y un receptor de ondas para poder detectar su propagación. Con ello, ha podido demostrar experimentalmente que las ondas electromagnéticas viajan a través del aire y del vacío, como habían vaticinado primero Michael Faraday y luego James Maxwell.

Conocemos fenómenos eléctricos desde la Antigüedad. ¿A quién de nuestros elegantes lectores no le ha ocurrido que, al llegar a casa y quitarse el sombrero, el cabello se le haya erizado como un puercoespín? Ahí tenemos una de las muestras diarias de electricidad, como cuando vemos un rayo surcar el cielo tormentoso.

La electricidad no es otra cosa que partículas en movimiento. Pero ¿y el electromagnetismo? Este fenómeno ya se observó en el siglo VII a. C., cuando Tales de Mileto frotó unas piezas de ámbar y observó que se electrizaban y atraían plumas; esto sucedió en la región de Magnesia (de ahí, el «magnetismo»).

La electricidad y el magnetismo, el gran misterio

Sabemos que la electricidad y el magnetismo están relacionados, por las observaciones que hemos recopilado a lo largo de los siglos. Gracias a los experimentos de Hans Christian Oersted, que en 1820 unían por primera vez electricidad y magnetismo, llegarían la ley de Ampère, y las demostraciones que hizo el brillante Michael Faraday con sus experimentos de imanes y alambres, y con el experimento de las limaduras de hierro. Faraday predijo que en la luz hay ciertas perturbaciones que parecen propagarse a través de las líneas del campo. Había algo en la distancia, en el aire, que estaba guiando esas fuerzas. Faraday lo llamó «campo».

¿Qué eran esos misteriosos campos que transportaban las fuerzas electromagnéticas? La clave la tenía Maxwell.

Las ecuaciones de Maxwell

James C. Maxwell, que tenía una excelente formación y una intuición matemática inmensa, recogió el conocimiento y los experimentos anteriores y les dio un desarrollo unificado: el electromagnetismo.

El científico publicó un importante libro en 1865, titulado *Teoría dinámica del campo electromagnético*, en el cual demostró que los campos eléctricos y magnéticos viajan en forma de ondas por el espacio. Sus ecuaciones daban como resultado una onda que se sustentaba en el espacio. Además, su sorpresa fue aún mayor cuando se dio cuenta de que la velocidad a la que se desplazan estas ondas es, ni más ni menos, la velocidad de la luz.

Sus declaraciones fueron muy claras: «Tenemos razones fundamentales para concluir que la luz misma es una perturbación electromagnética y se propaga en forma de onda».

Así que, gracias a Maxwell, el teorizador de las ondas electromagnéticas, Hertz ha podido verificar su teoría experimentalmente.

El descubrimiento

Hace diez años que la Academia de Ciencias de Berlín otorgó a Hertz un premio para que investigara la relación entre los campos eléctricos y su entorno. El físico pronto se dio cuenta de que tenía que ir más allá de la simple observación, y siete años después llegó el experimento que le llevó al éxito.

Descubrió que, si un trozo de alambre de cobre se doblaba con forma de rectángulo, de modo que quedara un pequeño espacio de aire entre los extremos del cable, y este rectángulo se colocaba al lado de la descarga de chispa de la bobina de inducción, entonces en el espacio del circuito abierto se producía una chispa que atravesaba el rectángulo.

En experimentos posteriores y más avanzados, Hertz midió la velocidad de la radiación electromagnética y descubrió que era la misma que la velocidad de la luz. Hertz había demostrado la existencia de ondas electromagnéticas que se propagan con una velocidad finita por el aire.

Dos años atrás, en 1887, publicó un importante artículo, «Sobre los efectos electromagnéticos producidos por perturbaciones eléctricas en aisladores», en el que adelantaba sus resultados. Sin embargo, ha sido en su último artículo, el que se publicó de ayer, donde lo ha unificado todo sin olvidarse de mencionar a su predecesor, puesto que comparte su mérito: James C. Maxwell.

Viaje en el tiempo

Los cálculos de Hertz formaron la base de la teoría de la radiación de antenas y la teoría clásica de la radiación de átomos y moléculas. En su honor, se bautizó con el hombre de «Hertz» («hercio», en español) la unidad de frecuencia de ondas en el Sistema Internacional de Unidades.

El electromagnetismo es la base de todas las comunicaciones modernas, y también uno de los descubrimientos con mayor aplicación práctica en la actualidad. Nuestro móvil, la televisión, el wifi… Todo funciona con estas ondas.

Actualmente siguen haciéndose descubrimientos en electromagnetismo, como el efecto de confinamiento de campo, al que han llamado *camelback effect* o «lomo de camello». Si alineamos dos filas de dipolos magnéticos y medimos la fuerza del campo magnético a lo largo del eje central, este campo magnético, que es más fuerte en el centro, se aleja de él. Sin embargo, si la longitud de la línea del dipolo excede cierta longitud crítica,

se produce un efecto sorprendente: el campo se vuelve un poco más fuerte cerca de los bordes y produce un perfil de aislamiento de campo que recuerda al lomo de un camello.

La neurona: Santiago Ramón y Cajal

¿Ramón y Cajal o Golgi?: titanes enfrentados sobre la estructura del sistema nervioso

Ambos médicos tienen visiones distintas sobre cómo está formado el sistema nervioso: de forma neuronal o reticular

15 de octubre de 1889

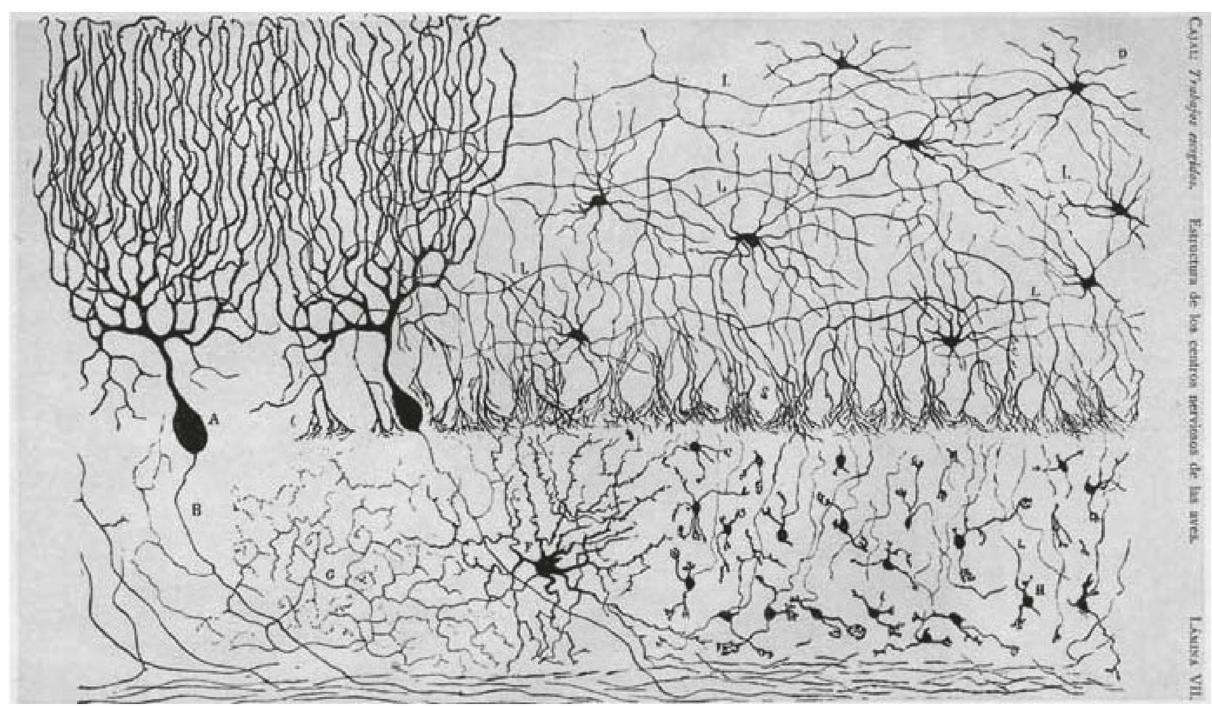
El médico español Santiago Ramón y Cajal ha desafiado el conocimiento sobre el sistema nervioso hasta la fecha, mediante la propuesta de una nueva forma de estructura: la teoría neuronal.

Su descubrimiento ya se publicó en mayo del año pasado en la *Revista trimestral de histología normal y patológica*. Sin embargo, ha sido esta última semana cuando su teoría ha empezado a ser conocida y aceptada por sus compañeros de profesión, los médicos, ya que ha asistido al Congreso de la Sociedad Anatómica Alemana, celebrado en Berlín, cuna actual de la ciencia europea.

En el congreso le han escuchado grandes referentes de la ciencia, como el anatomista Albert Kölliker. Según ha declarado el propio Ramón y Cajal, los expertos «iniciaron su examen con más escepticismo que curiosidad, ya que sin duda esperaban un fiasco»[9].

Pero ¿por qué cuesta tanto que la teoría de Ramón y Cajal sea aceptada por la comunidad científica?

El principal escollo contra el que toparon los hallazgos del protagonista es el médico italiano Camillo Golgi, aunque el trabajo de este supuso también el empujón necesario para que Ramón y Cajal avanzara en sus investigaciones.



Primera ilustración de Ramón y Cajal de un cerebelo de gallina.

Una historia de amor y odio

Desde hace tres años, Ramón y Cajal conoce el nuevo método desarrollado por Golgi para teñir preparaciones de tejido nervioso. Este método de tinción celular, que utiliza el nitrato de plata, permite obtener una imagen muy clara de la estructura del tejido, porque se tinta de forma selectiva.

Gracias a esta innovación, Ramón y Cajal ha podido demostrar que, desde el punto de vista de la estructura y la funcionalidad, el sistema nervioso está formado por células independientes, conocidas como «neuronas». El médico español ha observado que, al reseguir el recorrido de las fibras individuales, las neuronas no se fusionan sino que se tocan ligeramente, formando un engrosamiento en el punto de contacto. Este hallazgo se ha denominado como «teoría de la neurona», pues cada célula es una «neurona». Además, Ramón y Cajal ha realizado unos magníficos dibujos que representan su descubrimiento, como les mostramos en estas páginas.

Y aquí es donde viene el principal desacuerdo: sí, las células están próximas unas a otras, pero no hay entre ellas una «continuidad», no es una estructura reticular como la que defiende Golgi.

En su estudio, Ramón y Cajal argumenta que las investigaciones de Golgi permiten ver los nervios y los tejidos cerebrales, pero no son tan precisas

como para poder apreciar las neuronas.

Así pues, Golgi, oponiéndose a las evidencias aportadas por Ramón y Cajal, se resiste a creer que las neuronas sean células independientes.

De hecho, Ramón y Cajal ha declarado que varios de los expertos de la Sociedad Anatómica Alemana, confesaban que «habían ensayado reiteradamente el método de Golgi y solo habían conseguido decepciones y fracasos».

Aunque a lo largo del presente siglo ya se ha aceptado la teoría celular, según la cual los organismos vivos están constituidos por células independientes, el cerebro parecía una excepción. Y precisamente Golgi, junto con Joseph von Gerlach, defiende que el sistema nervioso está formado por una enmarañada red de fibras nerviosas unidas entre sí.

Pero ¿no tiene más sentido creer que todo nuestro organismo funciona de la misma manera? Que, así como existen células independientes, las neuronas pueden ser las células de nuestro cerebro.

¿Qué opinan nuestros lectores? Resulta evidente que la opinión de este diario es acorde con el hallazgo del español Ramón y Cajal, pero solo el tiempo nos quitará o nos dará la razón.

Viaje en el tiempo

Y el tiempo les dio la razón. La monumental investigación de Ramón y Cajal constituye la base de la neuroanatomía del sistema nervioso vertebral en general y del de la retina en particular. Gracias a su trabajo se descubrieron nuevos tipos de células nerviosas, y sus hipótesis apuntaron a las siguientes investigaciones.

En 1906, Ramón y Cajal y Golgi compartieron el Nobel de Medicina, aunque no sin mediar polémica, pues algunos miembros del jurado opinaban que Golgi, además de llevar bastantes años sin entrar en un laboratorio, había extraído conclusiones erróneas sobre la estructura neuronal. Finalmente, se lo dieron por su contribución al descubrimiento y gracias a su del todo indiscutible innovadora técnica de tinción celular, que permitió ver con detalle el funcionamiento de nuestras células.

Corriente alterna: Nikola Tesla

Tesla vs. Edison: «La guerra de las corrientes» más encarnizada

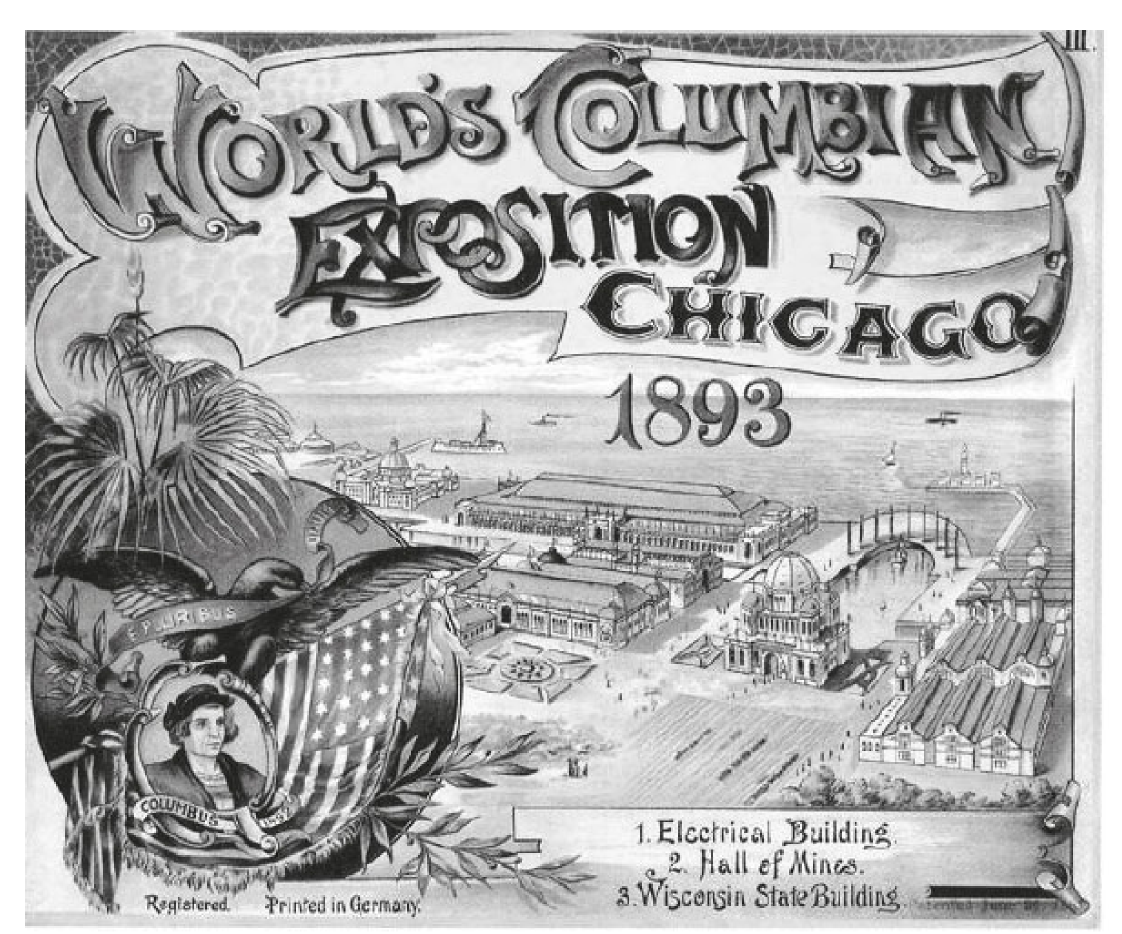
La electricidad de Tesla ha hecho su aparición con 100 bombillas en la Exposición Mundial Colombina de Chicago. ¿Ha derrotado definitivamente a Edison?

2 de mayo de 1893

Ayer quedó inaugurada la Exposición Mundial Colombina de Chicago por parte del presidente Grover Cleveland, junto con representantes de los distintos países participantes y otras personalidades, entre las cuales destaca el XIV duque de Veragua, descendiente de Cristóbal Colón.

La encargada de iluminar la exposición, que cuenta con 256 hectáreas, es la compañía de George Westinghouse Jr., que usa el nuevo sistema de corriente alterna (CA) de Nikola Tesla, y que, por tanto, ha podido hacer su presentación oficial.

La General Electric, la compañía de Thomas Edison que utiliza corriente continua (CC), propuso iluminar la exposición con un coste de 1 720 dólares, pero fue rechazada porque su reciente competidora presentó una oferta de menos de medio millón y ganó la licitación. Westinghouse ha utilizado bombillas que funcionan con cables de hierro y níquel —los cuales reemplazan los cables de platino necesarios para iluminar la bombilla de Edison—, y esto ha reducido costes y aumentado la resistencia.



Cartel promocional de la Exposición Colombina.

Si la aplicación del nuevo sistema es un éxito, este podría ser el comienzo de la derrota de Edison, quien lleva años intentando desprestigiar al joven Tesla, con advertencias sobre la peligrosidad de la corriente alterna. «La guerra de las corrientes» parece que no ha hecho más que comenzar.

El problema de la corriente de Edison

Después de la Exposición Universal de Electricidad de 1881 en París, en la que Edison presentó el invento de la lámpara de filamento de carbono para los hogares, la electricidad empezó a desplazar el vapor en el uso industrial y urbano.

Fueron muchos años de pruebas y experimentos hasta dar con la solución: la corriente continua, que sustituía el vapor como fuente de energía principal. Y aunque la sociedad haya acogido esta innovación con los brazos abiertos, también saben nuestros lectores la cantidad de inconvenientes que nos ha causado.

A nivel técnico, la energía solo fluye en una sola dirección, y los cables se derriten a menudo o se estropean al paso de la corriente. Y como la distancia para transmitir energía es muy limitada (en torno a los dos kilómetros), se tienen que instalar generadores en toda la ciudad. Por ende, tenemos todo nuestro cielo cubierto de gruesos cables de cobre.

El lector recordará, además, el trágico incidente ocurrido hace cinco años en el que murieron más de cuatrocientas personas, muchas de ellas electrocutadas durante el Gran Huracán Blanco. Por culpa del viento, numerosos cables se rompieron y cayeron sobre los ciudadanos.

Por otro lado, con la corriente alterna de Tesla, la magnitud y el sentido varían cíclicamente, por lo que permite aumentar o disminuir el voltaje por medio de transformadores, y se transporta con poca pérdida de energía a grandes distancias, con lo que se podría disminuir el uso de cables.

¿Debemos esperar a que ocurra la siguiente desgracia, o intentar mejorar nuestro sistema eléctrico? ¿Por qué Edison siempre se ha mostrado tan reticente a valorar la innovación del joven ingeniero?

Tesla vs. Edison: la batalla más dura

Estos dos grandes inventores y científicos son antiguos conocidos, pues en 1884 Tesla emigró a Estados Unidos para trabajar con Edison en la reparación y mejora de generadores en su fábrica de Manhattan. Desde el primer momento, las nuevas ideas de Tesla no fueron bienvenidas por Edison, quien lo considera un joven talentoso, pero insolente, que debería guardar para sí esos pensamientos tan novedosos, pues, según Edison, a la gente lo que le interesa es la corriente continua. Un año más tarde, debido a sus diferencias y a que Edison no aceptaba sus innovaciones, Tesla dimitió.

Pero el joven ya tenía cierto renombre y pronto encontró la financiación del magnate George Westinghouse. En mayo de 1888, Tesla anunció en un artículo científico el que fue su mayor éxito como inventor: el motor de inducción que funcionaba con corriente alterna.

La campaña de desprestigio de Edison contra Tesla fue dura, ya que desde el principio vio amenazado su creciente, aunque problemático, «imperio de la luz».

Intentó convencer a los políticos para que prohibieran la implantación de la corriente alterna, e incluso llegó a electrocutar toda clase de animales

—como perros y caballos— utilizando este tipo de corriente, para demostrar ante el público y los periodistas los peligros de la corriente alterna frente a la continua. También llenó la ciudad de carteles que advertían de los riesgos que suponía la alterna. Sin embargo, Tesla ha llegado a probar la seguridad de su sistema: se hizo atravesar por su corriente, y salió indemne.

Edison ha criticado a Tesla sin cesar, diciendo sobre él que no era más que un «poeta de la ciencia», un teórico y un desventurado inventor cuyas ideas eran «grandes, pero extremadamente inútiles». A Tesla, en cambio, parece que no le atrae tanto el dinero, como la utilización de los inventos para satisfacer las necesidades humanas.

No sabemos cómo acabará esta «guerra de las corrientes», pero es evidente que el imperio de Edison está amenazado.

Viaje en el tiempo

Antes de nada, como curiosidad: el nombre del grupo AC/DC viene de la abreviatura en inglés (*Alternating Current/Direct Current*). Se lo pusieron porque sonaba muy eléctrico.

La corriente alterna, la invención del motor de inducción y la posibilidad de transmitir esa corriente a largas distancias cambiaron el día a día de las sociedades industrializadas. En la vida cotidiana dependemos por completo de la corriente alterna, de la energía que se genera en las centrales eléctricas y de la disponibilidad de esta corriente a través de los enchufes de nuestras casas, a los que conectamos los electrodomésticos.

Hoy, Tesla es recordado por la unidad física en la que se mide la fuerza de los campos magnéticos desde 1960. Llegó a registrar más de trescientas patentes en Estados Unidos, algunas de las cuales son prodigios tecnológicos (como el primer sistema de control remoto por radio, el generador eléctrico de corriente alterna o las bujías).

Rayos X: Wilhelm Conrad Röntgen

La luz que lo atraviesa todo: los increíbles «rayos X»

El físico Wilhelm C. Röntgen ha presentado su hallazgo mediante una demostración pública del poder de los misteriosos rayos

24 de enero de 1896

El físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen presentó ayer, ante un repleto auditorio, una misteriosa luz capaz de atravesar materiales; la ha denominado «rayos X», porque se desconoce su procedencia.

«No había revelado nada a nadie sobre mi trabajo. Le dije a mi mujer que estaba trabajando en algo que, cuando se hiciera público, haría decir a la gente: “Röntgen ha perdido la cabeza”», confesó Röntgen a su amigo y físico Ludwig Zehnder el pasado 15 de enero.

Y es que durante las siete semanas que siguieron a ese 8 de noviembre en el que descubrió los rayos, Röntgen realizó una intensa serie de experimentos mediante los que determinó las propiedades de esta nueva radiación.



La mano izquierda de Albert von Kölliker en la demostración pública de ayer.

Röntgen informó de sus resultados el pasado 28 de diciembre en el artículo «Sobre un nuevo tipo de rayos». Sin embargo, no fue hasta ayer que los presentó de forma oficial, haciendo una demostración pública frente a un perplejo auditorio, que consistió en proyectar los rayos X sobre la mano izquierda del anatomista Albert von Kölliker.

Un descubrimiento accidental

Röntgen, profesor de Física y director del Instituto de Física Julius-Maximilians en Wurzburgo, Baviera, se encontraba trabajando con un

experimento sobre rayos catódicos el pasado 8 de noviembre cuando detectó un fenómeno extraño.

En el momento de aplicar un alto voltaje en uno de los tubos utilizados, los electrones se aceleraron y el tubo brilló. Sin embargo, los tubos estaban recubiertos de un grueso papel negro, de modo que no deberían haberse producido destellos de luz en la pantalla fluorescente. Pero se produjeron. La pregunta de Röntgen fue inmediata: «¿Por qué algunos cristales cercanos al tubo del experimento estaban emitiendo fluorescencia si los rayos catódicos son demasiado débiles y no pueden provocar ese fenómeno?».

Intentó tapar la fuente de radiación sin éxito, ya que esa luz extraña seguía haciéndose notar. Tenía que ser un tipo de radiación diferente a la catódica, a la que llamó provisionalmente «X».

En las siguientes semanas, comprobó mediante múltiples experimentos si estos rayos atravesaban otros materiales: primero usó la madera y el caucho, y el resultado fue positivo. Más tarde probó, con éxito, dirigir la radiación sobre placas fotográficas para ver, así, «fotografías» del interior de esa materia iluminada. Y finalmente descubrió que los rayos X también atraviesan el tejido humano, cuando hizo una fotografía de la mano de su mujer en la que solo se ven los huesos y un anillo, imagen que ha mostrado ante el sorprendido auditorio. Expertos en la materia que asistieron a la presentación del descubrimiento coinciden en que puede marcar un antes y un después en la detección de roturas y enfermedades, una vez conozcamos mejor su origen y su funcionamiento.

Viaje en el tiempo

En 1901, Röntgen fue reconocido por su revolucionario descubrimiento y recibió el Premio Nobel de Física.

El uso de los rayos X se generalizó tanto en las sucesivas décadas que, durante las de 1930 y 1940, algunas zapaterías ofrecían radiografías a sus clientes para adaptar mejor el calzado. Las tiendas de zapatos más a la última tenían un fluoroscopio para asegurar la correcta elección del número de pie.

Pasó mucho tiempo antes de que se identificaran los efectos nocivos de los rayos X. Hay que tener en cuenta que, al fin y al cabo, se trata de una radiación electromagnética ionizante (capaz de producir suficiente energía como para ionizar materia y provocar daños en los tejidos, cáncer, etc.).

Thomas Edison o Nikola Tesla ya advertían de que esta radiación podría tener efectos adversos. Otros científicos como Marie Curie sufrieron las consecuencias de la exposición a largo plazo y murieron a temprana edad.

Con el tiempo, se mejoró la tecnología y se radiografiaron órganos y partes más grandes del cuerpo. Más tarde vendrían también los escáneres.

Hoy en día, la medicina tiene en los rayos X un aliado fundamental para realizar exámenes y diagnósticos.

La radiactividad y el radio: Henri Becquerel, Marie y Pierre Curie

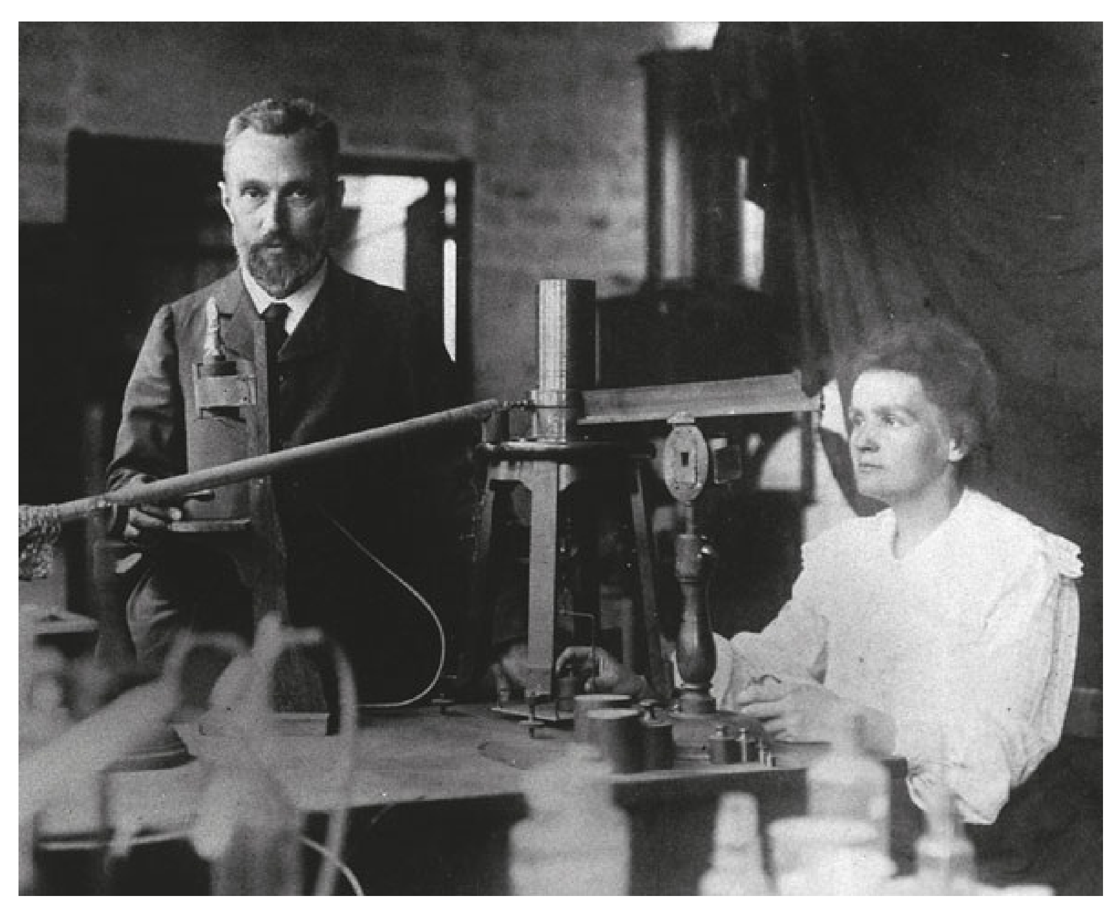
Las piedras que brillan sin que sepamos por qué: descubriendo la «radiactividad»

Tres científicos buscan el origen de la radiactividad: el matrimonio Curie ha descubierto ahora dos nuevos elementos de la tabla periódica

22 de diciembre de 1898

Tras el reciente descubrimiento de los rayos X, pensábamos que tardaríamos en conocer algo todavía más impactante, pero estábamos equivocados. Tres destacados físicos, Henri Becquerel y el matrimonio formado por Marie y Pierre Curie, han descubierto que hay elementos en la naturaleza que emiten radiación, es decir, que tienen «luz propia». En julio del presente año, el matrimonio publicó un artículo en el que notificaba la existencia del «polonio», y ayer anunció la de un segundo elemento al que han llamado «radio», y que es 900 veces más radiactivo que el uranio.

Becquerel manifiesta a este diario que todo comenzó hace dos años durante una conferencia del físico y filósofo Henri Poincaré, en la que se expuso el descubrimiento de Röntgen sobre los rayos X y se mostraron algunas radiografías de una mano humana realizadas en Francia. Poincaré sugirió que estos rayos están asociados a la luminiscencia y que posiblemente surjan siempre en simultaneidad con este tipo de resplandor.



Pierre y Marie Curie durante su trabajo en el laboratorio.

La radiactividad, gracias a un día nublado

Unos días después de asistir a la conferencia, Becquerel quiso indagar más en la relación entre los rayos X y la fluorescencia. Para ello, depositó sal de uranio fosforescente en placas fotográficas en blanco, las envolvió en papel negro y las expuso al sol. Al revelarse, mostraron la imagen de los cristales de sal de uranio. Becquerel pensaba que la energía solar era absorbida por la sal de uranio y luego emitida en forma de rayos X. Pero pronto comprobaría que estaba equivocado: ni eran estos rayos los que intervenían en el resultado, ni dependía este de la luz solar.

Las semanas siguientes presentaron varios días nublados, así que Becquerel detuvo el experimento y guardó en un armario los contenedores con las placas, cubiertas por papel negro e impregnadas de sal de uranio. Esperaba encontrar *a posteriori* una tenue imagen residual.

Sin embargo, el 1 de marzo se llevó una sorpresa increíble, ya que las imágenes habían sido impresionadas aun sin la luz solar. ¡Como si hubieran

actuado los rayos X! Si eso había ocurrido en plena oscuridad, y no era la luz solar la que se había absorbido, ¿qué era entonces?

El matrimonio Curie descubre elementos radiactivos

Estos experimentos evidenciaron que alguna forma de radiación invisible era susceptible de traspasar el papel y provocar que la placa reaccionara como si estuviera expuesta a la luz.

Pero ¿era lo mismo que los ya conocidos rayos X? ¿Había otros materiales radiactivos aparte del uranio?

Para investigarlo, colaboró con Marie Curie, una estudiante de doctorado polaca de 24 años y recién emigrada a Francia que comenzó a trabajar con su marido Pierre para desentrañar el misterio.

Marie fue quien descubrió que algunas clases de piedras podían desprender una cantidad constante y extraordinaria de energía sin que se vieran afectados su tamaño y forma. Denominó a este fenómeno «radiactividad». Además, la intensidad de la radiación emitida era proporcional a la cantidad de uranio presente, por lo que los Curie dedujeron que la radiactividad era una propiedad atómica.

Eso significaba que podía haber otros elementos incluso más radiactivos, y, en efecto, los Curie los han encontrado: el polonio y el radio, que son respectivamente 400 y 900 veces más radiactivos que el uranio.

El pasado julio, descubrieron el polonio mientras investigaban las causas de la radiactividad de un mineral llamado pechblenda. Tras eliminarle el uranio, observaron que era incluso más radiactivo que este, así que había otro material desconocido ahí. Después de varios ensayos, se halló este nuevo elemento.

En cuanto al radio, el matrimonio confirma ahora que han dado con él mientras estudiaban una variedad de uraninita del norte de Bohemia. Al retirar el uranio del mineral, observaron que el material restante aún era radiactivo, por lo que también concluyeron que escondía algo más. Con objeto de hallar el elemento causante de tal radiación, crearon una mezcla radiactiva compuesta de bario (un elemento de metal) que daba un color rojo brillante y unas líneas espectrales, indocumentadas hasta ahora. Así, han encontrado el radio, cuyo nombre hace referencia al término latín *radius*, que significa «rayo».

Gracias a la agudeza de madame Curie, el apoyo de su marido y el ingenio de Becquerel, estamos ante un hallazgo con un potencial enorme para entender el origen y la composición de los elementos de nuestra naturaleza.

Viaje en el tiempo

Henri Becquerel y Marie y Pierre Curie fueron premiados con el Nobel de Física en el año 1903, «en reconocimiento por los extraordinarios servicios rendidos en sus investigaciones conjuntas sobre los fenómenos de radiación descubiertos por Henri Becquerel».

El trabajo de estos tres científicos llevó al uso del radio como medio para eliminar tumores, lo que significó el origen de la radioterapia. Por desgracia, los tres padecieron las consecuencias de trabajar bajo estas radiaciones sin la adecuada protección. Becquerel no sobrevivió por mucho tiempo a su gran hallazgo. Falleció en 1908, cinco años después de recibir el Premio Nobel, a los 55 años y con importantes lesiones en la piel.

Marie Curie fue galardonada de nuevo en 1911 con el Nobel por sus descubrimientos en química. Fue la primera mujer galardonada y sigue siendo la única persona en la historia que ha obtenido dos veces este reconocimiento. Falleció en 1934 a causa de una anemia aplásica, probablemente contraída por las radiaciones.

Grupos sanguíneos: Karl Landsteiner

¡Realizada con éxito la primera transfusión sanguínea entre humanos!

Un cirujano ha logrado transferir sangre de un paciente a otro, teniendo en cuenta los grupos sanguíneos establecidos por Karl Landsteiner

14 de diciembre de 1913

El médico de Nueva York Reuben Ottenberg publicó ayer un artículo en el que explica sus ensayos clínicos de transfusiones y demuestra la importancia de prevenir problemas con estas mediante los test sanguíneos basados en la compatibilidad.

Desde 1908, durante una estancia en el hospital Monte Sinaí, Ottenberg empezó a transferir sangre basándose en el sistema de tipificación sanguínea (A, B y 0) descubierto hace doce años por el biólogo Karl Landsteiner, y ayudándose de pruebas cruzadas entre donantes para garantizar su compatibilidad.

Hasta ahora, transferir sangre de persona a persona resultaba fatal para el receptor; aunque no había ninguna razón aparente, con frecuencia causaba muertes inexplicables.

¿Qué ocurría en la sangre de algunos pacientes para que la transfusión causara problemas de salud tan graves? La respuesta la encontró Landsteiner, quien mezcló en probetas su propia sangre y la de sus compañeros de laboratorio con la de otros sujetos de estudio.

Tu sangre es mi sangre

El biólogo Karl Landsteiner, que trabaja como serólogo en el Instituto de Patología de la Universidad de Viena, analizó en 1900 cómo se mezclaba la sangre de distintas personas: a veces se aglutinaba (es decir, se agrupaba en grumos visibles) en un signo evidente de incompatibilidad, y otras veces no se aglutinaba.

Decidió investigar este fenómeno y un año después aclaró el misterio mediante el experimento decisivo.

Landsteiner tomó muestras de su propia sangre y de la de algunos compañeros; a la parte líquida de la sangre (células sanguíneas) le extrajo el suero, y fue mezclando la parte líquida de una muestra con el suero de otra. Descubrió que las células sanguíneas se aglutinaban con el suero de algunas personas, pero no con el de otras, lo que indicaba que no todas tenían las mismas propiedades.

Volvió a mezclar suero y células sanguíneas de hasta veintidós pacientes, haciendo todas las combinaciones posibles, y también obtuvo resultados de rechazo.

Para descartar que se tratara de una coagulación normal, incluso repitió el experimento con la sangre de pacientes hemofílicos, cuya sangre no se coagula o lo hace muy lentamente.

A partir de estos experimentos de aglutinación, Landsteiner concluyó que cada persona tiene ciertas características sanguíneas y que no todas son compatibles entre sí; las distinguió y las clasificó en los denominados «grupos sanguíneos A, B y 0».

Dos años más tarde, sus discípulos Alfredo de Castello y Adriano Sturli ampliaron el estudio y, tras el análisis de 155 muestras, descubrieron un cuarto grupo al que llamaron «AB».

¿El futuro de las transfusiones de sangre?

Llevamos siglos intentando comprender el comportamiento de la circulación sanguínea, pero parece que ahora estamos más cerca que nunca de encontrar la clave del éxito.

El fisiólogo británico Richard Lower fue el primero en registrar una transfusión. En 1665 transfundió sangre con éxito entre dos perros; y en 1667, de una oveja a un humano.

Fue en 1875 cuando el fisiólogo alemán Leonard Landois demostró que cuando los glóbulos rojos de un animal se mezclan con el suero extraído de otra especie, los glóbulos rojos suelen aglutinarse y, a veces, estallan (se hemolizan). Esa era la pista de la incompatibilidad entre las sangres, y lo que hemos comprobado con el experimento de Landsteiner en humanos.

Las preguntas que nos surgen son: ¿Podremos instaurar este avance en la práctica médica diaria? ¿Cuánto disminuirán las muertes en el quirófano si el paciente no rechaza la sangre? ¿Podríamos, incluso, ser donantes anónimos por si algún compatriota necesitara de nuestra ayuda para obtener sangre compatible? El futuro es prometedor.

Viaje en el tiempo

Imaginaos la repercusión que tuvo este hallazgo en la Primera Guerra Mundial, un período de la historia en el que ya se aplicaban los criterios de los grupos sanguíneos al tratar a los heridos de guerra. Muchas operaciones quirúrgicas importantes fueron posibles gracias a la capacidad de donar sangre. Landsteiner recibió el Premio Nobel de Medicina en 1930 por sus logros científicos.

Su investigación sentó las bases de la medicina transfusional moderna y ha salvado la vida de muchos millones de personas hasta el día de hoy. Con motivo del aniversario de su nacimiento, se ha establecido el 14 de junio como el Día Mundial de la Donación de Sangre.

Hoy sabemos por qué morían las personas a las que se transfundía sangre de un tipo inadecuado: cuando se mezcla la sangre de grupos sanguíneos no compatibles, se desencadena una producción de anticuerpos que provoca una «reacción transfusional hemolítica aguda» y que tiene graves consecuencias para la salud. Dicha reacción acaba provocando una respuesta inmunitaria que incluye la ruptura de los glóbulos rojos (hemólisis), y en ocasiones conduce a la muerte.

Teoría general de la relatividad: Albert Einstein

La realidad del cosmos da la razón a Einstein y se la quita a Newton

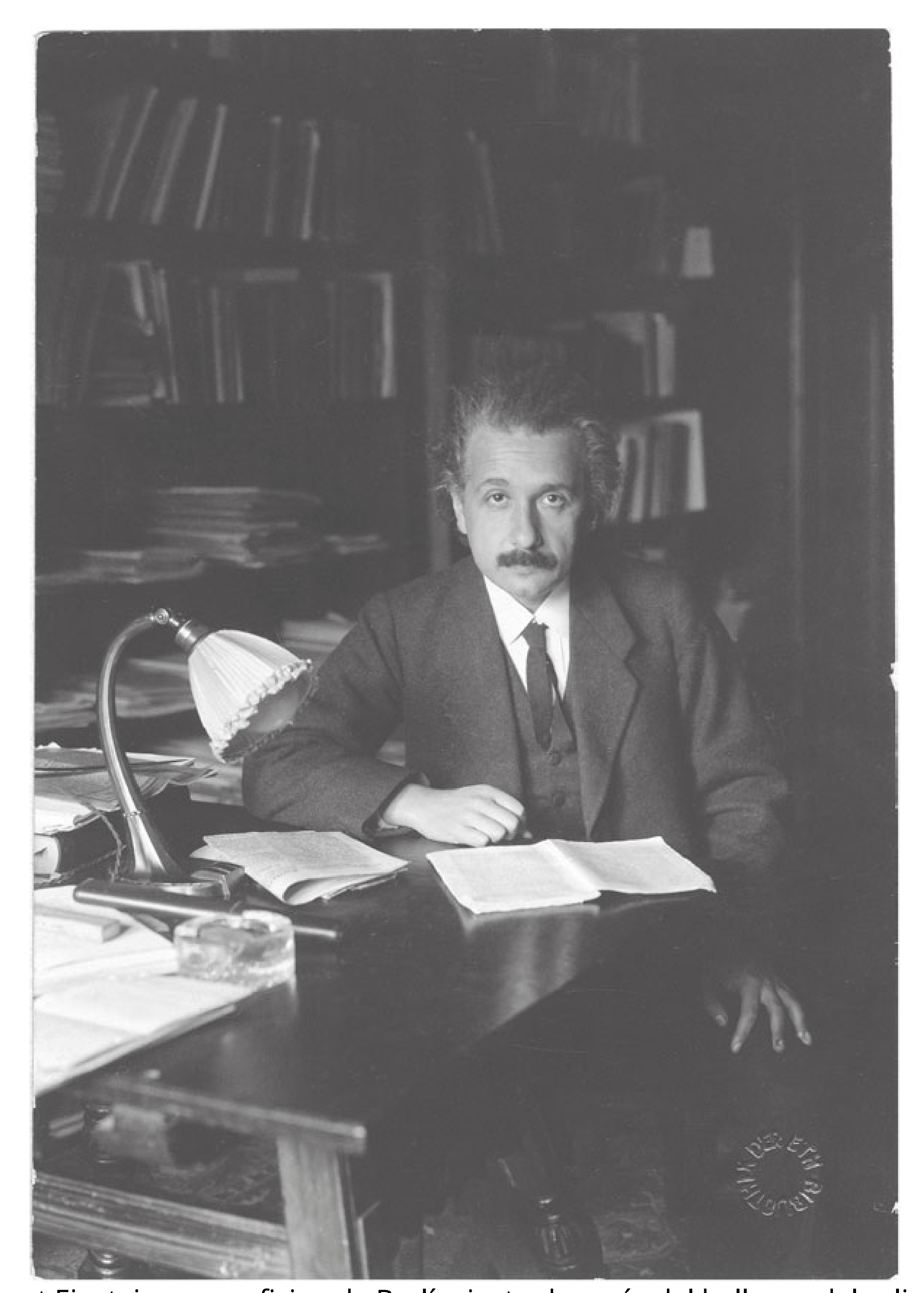
Gracias al eclipse solar, el astrónomo Arthur Eddington ha podido observar que, en efecto, la gravedad curva el espacio-tiempo

30 de mayo de 1919

El físico alemán Albert Einsten sigue revolucionando la imagen de nuestro mundo físico, esta vez mediante una constatación observable, como es el eclipse solar que tuvo lugar ayer.

El 25 de noviembre de 1915, Einstein presentó ante la Academia Prusiana de las Ciencias su revolucionario artículo *Zur allgemeinen Relativitätstheorie* («Sobre la teoría general de la relatividad»).

En él, actualizaba su primera teoría, la teoría de la relatividad especial; la completaba, la convertía en un todo. La clave radica en que esta nueva teoría incluye la gravedad, ya que busca unas leyes del movimiento que sean válidas para todos los observadores.



Albert Einstein en su oficina de Berlín, justo después del hallazgo del eclipse.

Ahora, tres años y medio después de la publicación del estudio, el reputado astrónomo Arthur Eddington ha podido comprobar, gracias a la observación, que Einstein acertó en uno de sus principios básicos: el espacio-tiempo es relativo y curvado por la gravedad.

El experimento que lo demuestra todo

El objetivo de Einstein era demostrar que las órbitas de los planetas en torno al Sol no son fijas, como defendía Isaac Newton, y así, refutar la mecánica newtoniana. La teoría de Einstein predice una lenta rotación adicional de las órbitas de los planetas, que está asociada a la presencia del campo gravitacional del Sol.

En el eclipse solar de ayer, Einstein tenía en sus manos la oportunidad de poner a prueba su ambiciosa teoría, que según algunos era demasiado atrevida. Si la luz pasaba por esta curvatura del espacio-tiempo, quedaría desviada aunque careciera de masa.

Así que, para poder observar el eclipse y tomar los datos necesarios con el fin de corroborar o refutar la predicción, un equipo científico organizó, junto al prestigioso Eddington, dos expediciones: una a la isla de Príncipe, en el golfo de Guinea; la otra a Sobral, en Brasil.

La hipótesis de Einstein es que la luz de las estrellas que están detrás del Sol se desviaría a causa de la masa solar, que curva el espacio-tiempo, y por tanto las estrellas no se verían en el mismo sitio que si su luz viajara en línea recta.

Según sus ecuaciones, el desplazamiento de la luz sería solo 1,75 segundos de arco. Tras las observaciones y mediciones, que han supuesto todo un reto logístico y técnico, las estrellas aparecían como desplazadas, haciendo la media entre los dos puntos de avistamiento, 1,8 segundos de arco. ¡Casi el mismo valor que el predicho por la teoría de la relatividad!

La relatividad, en conflicto con las leyes de Newton

El mundo científico lleva buscando desde finales del siglo pasado el famoso y misterioso éter, ese medio por el que se propagan las ondas de luz, porque la luz no podía propagarse a través del espacio vacío, ¿verdad?

Pues no, Einstein abandonó el concepto del éter y sugirió, en la teoría de la relatividad especial de 1905, que todas las leyes físicas, incluida la de la velocidad de la luz, permanecen inmutables independientemente de la velocidad del observador. La relatividad especial es una teoría sobre el movimiento, el espacio y el tiempo, que no tiene en cuenta la gravedad, sino que trabaja sobre la curvatura del espacio-tiempo.

Sin embargo, su otra conclusión fue aún más sorprendente y parecía contradecir el sentido común: existe una dilatación del tiempo a velocidades

cercanas a la velocidad de la luz. La teoría de Einstein incluye la ya famosa fórmula $E = mc^2$, en la que «E» es energía, «m» es masa y «c» es la velocidad de la luz. Einstein argumentó que la masa se puede convertir en energía pura.

Y aquí llegó uno de los grandes problemas: la relatividad especial entraba en conflicto con la gravitación universal de Newton, la cual indica que «la fuerza entre dos cuerpos es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia».

Pero ¿qué distancia? Si las distancias son relativas dependiendo de quién las mida, ¿cuál tomamos como referencia?

Se necesitaba una actualización de la gravitación, y esto suponía enfrentarse al gran genio universal de la ciencia.

En busca de un todo

Einstein es un genio de la intuición, un rastreador de ideas. Ha reconocido que la lucidez sobre la relatividad vino mientras estaba sentado en la Oficina de Patentes de Berna. El físico se dio cuenta de que, si se caía hacia atrás con la silla, habría un momento en el que su cuerpo permanecería ingrávido en el aire y no sentiría su propio peso. Einstein ha reconocido que ha sido «la idea más feliz de su vida».

A lo largo de diez años y hasta 1915, Einstein ha estado trabajando sin cesar en esta nueva teoría de la gravedad, a la que llamó «teoría general de la relatividad», que contiene las famosas y muy complejas «Ecuaciones de campo de Einstein». Estas ecuaciones conforman el núcleo de la teoría y especifican de qué modo la geometría del espacio-tiempo viene determinada por una densidad local de materia y energía.

Viaje en el tiempo

El trabajo de Einstein proporcionó una pista sobre muchos de los misterios de la naturaleza. Sus trabajos cambiaron definitivamente nuestra concepción de la mecánica y fueron los primeros en rebatir la concepción newtoniana de la física, de modo que su impacto fue gigante. Influyeron en el desarrollo de muchas ramas de la ciencia, desde la física de partículas elementales hasta la astronomía.

En 1914, Einstein fue nombrado director del Instituto de Física de Berlín. En 1933, cuando los nacional-socialistas llegaron al poder en Alemania, él, como judío, tuvo que abandonar este país y se mudó a Estados Unidos.

Curiosamente, en 1922 Einstein recibió el Premio Nobel de Física, pero no por su trabajo en relatividad, que es el que lo ha hecho inmortal, sino por su descubrimiento de la ley del efecto fotoeléctrico. Uno de los motivos es que la teoría era todavía demasiado novedosa y rupturista como para, según algunos miembros del Comité del Nobel, ser valorada en perspectiva.

Al principio de la Segunda Guerra Mundial, su papel fue clave para desarrollar la bomba nuclear, como veremos cuando avancemos en el tiempo.

Los neurotransmisores: Otto Loewi y Henry Dale

Soñar con ranas le llevó a descubrir cómo se comunican las neuronas

El fisiólogo Otto Loewi ha efectuado un experimento para demostrar que las neuronas se comunican a través de sustancias químicas

3 de diciembre de 1921

Un sueño ha llevado al fisiólogo alemán Otto Loewi a descubrir que los impulsos nerviosos de nuestro cerebro se transmiten a través de una sustancia química, la acetilcolina.

Hasta ahora, no sabíamos bien si las neuronas, que detectó por primera vez Ramón y Cajal, se comunicaban mediante señales químicas o eléctricas.

Sin embargo, Loewi ha proporcionado una demostración experimental, haciendo uso de dos corazones de rana: ha traspasado el líquido del corazón que latía más lento al otro, de manera que ha conseguido igualar el ritmo cardíaco de ambos.

Para explicar cómo ha sucedido y qué tienen que ver los sueños con este descubrimiento, debemos adentrarnos más en esta historia.

Dos sueños y dos corazones de rana

El interés de Loewi por indagar en el funcionamiento de las neuronas viene de su amigo inglés, y también fisiólogo, Henry Dale. En 1902, durante una estancia de unos pocos meses en Londres, Loewi conoció a Dale, con quien comenzaría una afectuosa amistad.

Si bien en 1914 ya se había detectado la acetilcolina en su forma sintetizada, Dale descubrió que esta sustancia se encontraba a su vez en

nuestro organismo. Para ese año, la tenía ya identificada y fue entonces cuando demostró que las funciones desempeñadas por la acetilcolina en el organismo diferían según el órgano en el que actuaba.

Al llegar la Gran Guerra, sin embargo, tuvieron que paralizarse los esfuerzos dedicados a esta investigación, para dirigirlos a otras áreas.

Y ahora que ya estamos en proceso de volver a la paz y de reconstruir los cimientos de nuestra civilización, los esfuerzos por descubrir más sobre nuestro mundo se están acelerando.

También ha sido así para Loewi, a quien la iluminación le vino recientemente, no en un sueño, sino en dos. Él mismo ha relatado que una noche se quedó dormido mientras leía y soñó con un experimento que tenía que ver con ranas. Entre sueños, abrió los ojos, tomó algunas notas y siguió durmiendo, pero cuando a la mañana siguiente se despertó, ni él mismo era capaz de entender la letra con la que, soñoliento, había anotado sus ideas.

La noche siguiente, volvió a soñar con lo mismo, y esta vez sí que recordaba qué le había estado diciendo su mundo onírico. Así que, al despertarse en mitad de la noche, se puso manos a la obra en su laboratorio para no perder de nuevo su ocurrencia.

Las neuronas se comunican entre sí, principalmente a través de señales químicas

Lo que hizo fue sacrificar dos ranas y, con objeto de mantener el latido de sus corazones, los depositó separados en dos soluciones salinas distintas.

Después excitó eléctricamente uno de esos corazones, estimulando así su nervio vago con el fin de ralentizarle el latido, y vertió líquido de este corazón en el otro, al que no se le había disminuido el ritmo de los latidos. El resultado le dejó sin palabras: al entrar en contacto con el líquido, el ritmo de este corazón también disminuyó.

Loewi solo pudo explicárselo de la siguiente manera: debía de haber alguna sustancia química responsable de la transmisión del impulso nervioso al corazón, y ese impulso se había transferido al otro corazón a través de la solución salina. La denominó «sustancia vaga», aunque se sugiere que muy probablemente se trate de la acetilcolina que su colega Dale ya identificó años ha.

Viaje en el tiempo

Otto Loewi recibió, junto con su compañero Henry Dale, el Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1936 por sus descubrimientos en la transmisión química de los impulsos nerviosos.

Hoy en día se conocen alrededor de un centenar de neurotransmisores (la palabra significa «mediador entre neuronas») y se está estudiando su implicación en el desarrollo de múltiples enfermedades. Los científicos siguen identificando de qué manera y en qué circunstancias estas sustancias son liberadas en procesos que afectan a nuestro sistema nervioso y a muchas funciones claves, desde el latido del corazón hasta la atención, la memoria o la vigilia.

Insulina: Frederick Banting, John Macleod, Nicolae Paulescu (*et al.*)

El Nobel más polémico: en guerra por el descubrimiento de la insulina

El galardón ha recaído en los investigadores Banting y Macleod, pero ellos están indignados y un médico rumano reclama haber sido el primero en descubrirla

6 de octubre de 1923

El descubrimiento de la insulina ha revolucionado el mundo moderno. En julio de hace dos años, los médicos e investigadores canadienses Frederick Banting y su profesor John Macleod, junto con los miembros de su equipo Charles Best y James Collip, consiguieron tratar un perro diabético con «extracto de páncreas atrofiado», y en dos horas se redujo su nivel de glucosa en sangre, lo que ha supuesto un antes y un después para las personas con diabetes.

Este descubrimiento causó mucha expectación y despertó tales intereses económicos, que el año pasado se comenzaron a vender licencias de la hormona a empresas farmacéuticas para que produjeran insulina. Así, dos grandes laboratorios han empezado a comercializarla en masa por Europa y Estados Unidos, y el resultado es que ya está disponible para todos los diabéticos.

Así pues, los diecinueve profesores del Karolinska Institutet, en Suecia, decidieron ayer en voto secreto otorgar el Premio Nobel de Fisiología y Medicina a Banting y Macleod por el descubrimiento de esta hormona.



Frederick Banting y Charles Best.

No obstante, detrás de toda esta historia de éxito hay una lucha por dilucidar quién ha sido el primero y a qué investigadores se ha dejado fuera del Nobel.

El descubrimiento médico de la década

La *diabetes mellitus* se conoce desde la Antigüedad. Ya en el Egipto faraónico, hace milenios, describían una enfermedad que iba acompañada de

abundantes flujos de orina. Sin embargo, fue en el siglo pasado cuando empezaron a aparecer datos procedentes de investigaciones científicas que se aproximaban al descubrimiento de la insulina.

Banting recogió la preocupación por solucionar esa terrible enfermedad, puesto que de niño quedó muy afectado por la muerte de dos de sus amigos íntimos por diabetes.

A pesar de su entusiasmo, para llevar a cabo sus experimentos necesitaba un laboratorio, asistentes y perros para experimentar. Banting no tenía nada de esto, por lo que se dirigió al profesor John Macleod, entonces considerado un gran especialista en diabetes y profesor de Fisiología en la Universidad de Cleveland.

Juntos y formando equipo con Charles Best y James Collip, se dedicaron a investigar en la Universidad de Toronto con los perros de laboratorio. El objetivo era lograr la atrofia del páncreas mediante el ligado de sus conductos excretores (canales), al tiempo que se mantenían inalterados los islotes de Langerhans, con objeto de obtener un extracto puro de las células de estos islotes.

Tras mucho tiempo de trabajo, llegó el día esperado en julio de 1921. Inyectaron extracto de páncreas atrofiado a un perro al que se le había extirpado el páncreas y cuyo azúcar en sangre estaba disparado debido a esa intervención. En pocas horas, los niveles de azúcar en sangre y orina del animal comenzaron a disminuir y desapareció la acetona. Luego le inyectaron el extracto por segunda vez y se le alargó la vida siete días más. Habían alcanzado el éxito.

Nadie está contento con el Nobel

Ni Banting ni Macleod acudieron ayer a la ceremonia de entrega de los premios. La razón es que ambos estaban disgustados porque sus compañeros de equipo (Charles Best y James Collip, respectivamente) fueron ignorados y no se los incluyó entre los premiados.

Banting ya ha manifestado que va a donar la mitad del monto económico del premio a Best, y se espera que Macleod haga lo mismo con Collip.

Por si este conflicto no fuera suficiente, entra en escena un actor desconocido que, según algunas fuentes, puede que descubriera la hormona antes que Banting y Macleod. Se trata del médico rumano Nicolae Paulescu.

Ya desde 1897, Paulescu se interesó por las alteraciones pancreáticas en la diabetes, y en 1916 logró obtener un extracto pancreático que disminuía rápidamente la hiperglucemia en los perros sometidos a experimentos.

No obstante, poco después de completar los ensayos y en plena Primera Guerra Mundial, el ejército rumano lo llamó a filas, hecho que pospuso cinco años la publicación de sus resultados.

Fue meses después de esta tardía publicación cuando Banting y su equipo dieron a conocer sus hallazgos, publicados ya en febrero de 1922 en el *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*.

Además, hay constancia de que Banting conocía los trabajos de Paulescu, pero no los citó como corresponde, sino que disimularon el hallazgo del rumano y manipularon algunas interpretaciones para restar importancia a sus conclusiones.

¿Corresponde, pues, el mérito inicial a Paulescu? ¿Por qué el comité del Nobel ha ignorado su contribución?

Las razones no están claras, pero apuntan a temas políticos, ya que el médico ha defendido en numerosas ocasiones ideas antisemitas. De hecho, Paulescu fundó el año pasado la Unión Nacional Cristiana, un partido ultraderechista cuyos objetivos son la expulsión de los judíos de Rumanía, el reagrupamiento forzado de romaníes y una lista negra de masones.

Viaje en el tiempo

Desde los años ochenta en adelante, la investigación en este campo no solo no se detuvo, sino que se lograron grandes innovaciones, como las bombas de insulina para niños, la creación de las plumas de insulina con objeto de evitar las jeringuillas, y la mejora de la aplicación de la insulina mediante la creación de medicamentos análogos ultrarrápidos y de acción prolongada.

Aunque el objetivo de conseguir una cura para la diabetes todavía no se ha cumplido, los avances conseguidos en estos últimos años han ayudado a mejorar de forma extraordinaria la calidad de vida de las personas que la padecen.

Penicilina: Alexander Fleming, Ernst Chain y Howard Florey

El misterioso «jugo de moho» hallado en el sótano de un médico

El médico Alexander Fleming ha encontrado por casualidad en su laboratorio un extraño hongo que ha destruido uno de sus cultivos bacterianos

3 de junio de 1929

El médico y científico escocés Alexander Fleming ha revelado un hallazgo que en los próximos días publicará detalladamente la revista *British Journal of Experimental Pathology*: un «jugo de moho» capaz de matar una amplia gama de bacterias dañinas, tales como estreptococos, meningococos y el bacilo de la difteria.

Según nos cuenta el protagonista, el descubrimiento es fruto de la más pura suerte. El 28 de septiembre del año pasado, al volver de vacaciones, el doctor encontró su laboratorio del Hospital St. Mary desordenado y sucio. Se dispuso a ordenar las placas de Petri (recipiente transparente para aislar materiales) con las que había estado trabajando antes de partir y que había dejado apiladas en un fregadero. Dichas placas contenían colonias de *Staphylococcus* (estafilococos), unas bacterias que pueden causar dolor de garganta, abscesos u otros males comunes.

Fleming, gran estudioso de las bacterias durante toda su carrera, se encontraba investigando las lisozimas, unas enzimas susceptibles de atacar las paredes celulares de las bacterias. Entonces recibió la visita de un antiguo compañero, quien le hizo notar algo muy extraño en una de las placas que había quedado sucia en el fregadero. Se había creado una zona de transparencia alrededor de un hongo contaminante desconocido, y ello indicaba que alguna secreción propiciaba la destrucción celular del estafilococos. Algo desconocido las estaba aniquilando.

Prometedor, pero con cautela

El doctor Fleming intuye que su descubrimiento es importante para la historia de la medicina, pero se muestra cauteloso con los avances inmediatos que podría suponer este hallazgo.

Sean prudentes también nuestros lectores, pues este prometedor logro requiere todavía de los siguientes pasos: aislar el ingrediente activo del «jugo de moho», purificarlo, entender cómo está formada su molécula, etc. Son comprobaciones imprescindibles para averiguar contra qué gérmenes es efectiva la molécula y cómo podemos usarla para disminuir la mortalidad de las enfermedades bacterianas.

No olvidemos que durante la Gran Guerra, en la que desgraciadamente fallecieron muchos de nuestros compatriotas, un 18 % de los afectados por neumonía bacteriana acabó pereciendo debido a ella.

Viaje en el tiempo

El descubrimiento quedó en el olvido debido a la falta de recursos de Fleming para lograr el «jugo de moho» en cantidades elevadas, y hasta un tiempo después no se supo que se trataba de una cepa del hongo *Penicillium notatum*, razón por la cual la sustancia fue denominada «penicilina».

Tras varios experimentos en los años siguientes, Fleming demostró el efecto bactericida y la falta de toxicidad de la penicilina, pero su composición química apenas empezó a conocerse en 1940.

Fue Howard Florey quien, con la ayuda de Ernst Chain (un químico judío de origen alemán) y el biólogo Norman Heatley, logró estabilizar y purificar el primer antibiótico de la historia.

Tras probar con éxito la penicilina en ratones, Florey y Heatley empezaron los ensayos en humanos, a través de los cuales salvaron a cinco infectados. Sin embargo, durante la Segunda Guerra Mundial, en pleno esfuerzo bélico, ni las autoridades ni la industria química británica apostaron por la producción masiva de penicilina.

Así que estos científicos viajaron en 1941 a Estados Unidos en busca del apoyo indispensable para fabricar las cantidades de penicilina requeridas en los extensos ensayos clínicos que debían llevarse a cabo con objeto de confirmar los resultados.

Con el apoyo a la producción de penicilina por parte de las empresas farmacéuticas estadounidenses, esta empezó a fabricarse a escala industrial. La revolución fue enorme, y asombró la cantidad de personas que padecían enfermedades antes incurables, pero que a partir de ese momento salvaron la vida. La penicilina mostró su gran poder antibiótico en la Segunda Guerra Mundial, donde la mortalidad por neumonía bacteriana descendió del 18 % a menos del 1 %.

Llegaba la era de los antibióticos y la medicina dio un salto de gigante en la curación de los pacientes con infecciones bacterianas.

En 1943, el trabajo de dos mujeres científicas —la cristalógrafa Dorothy Hodgkin y la química Barbara Low— aportaría un mayor conocimiento de la estructura molecular de la penicilina, algo que en las décadas posteriores devino de gran utilidad para elaborar antibióticos con estructuras químicas semejantes y otras ventajas añadidas.

Teoría del Big Bang y expansión del universo: Georges Lemaître y Edwin Hubble

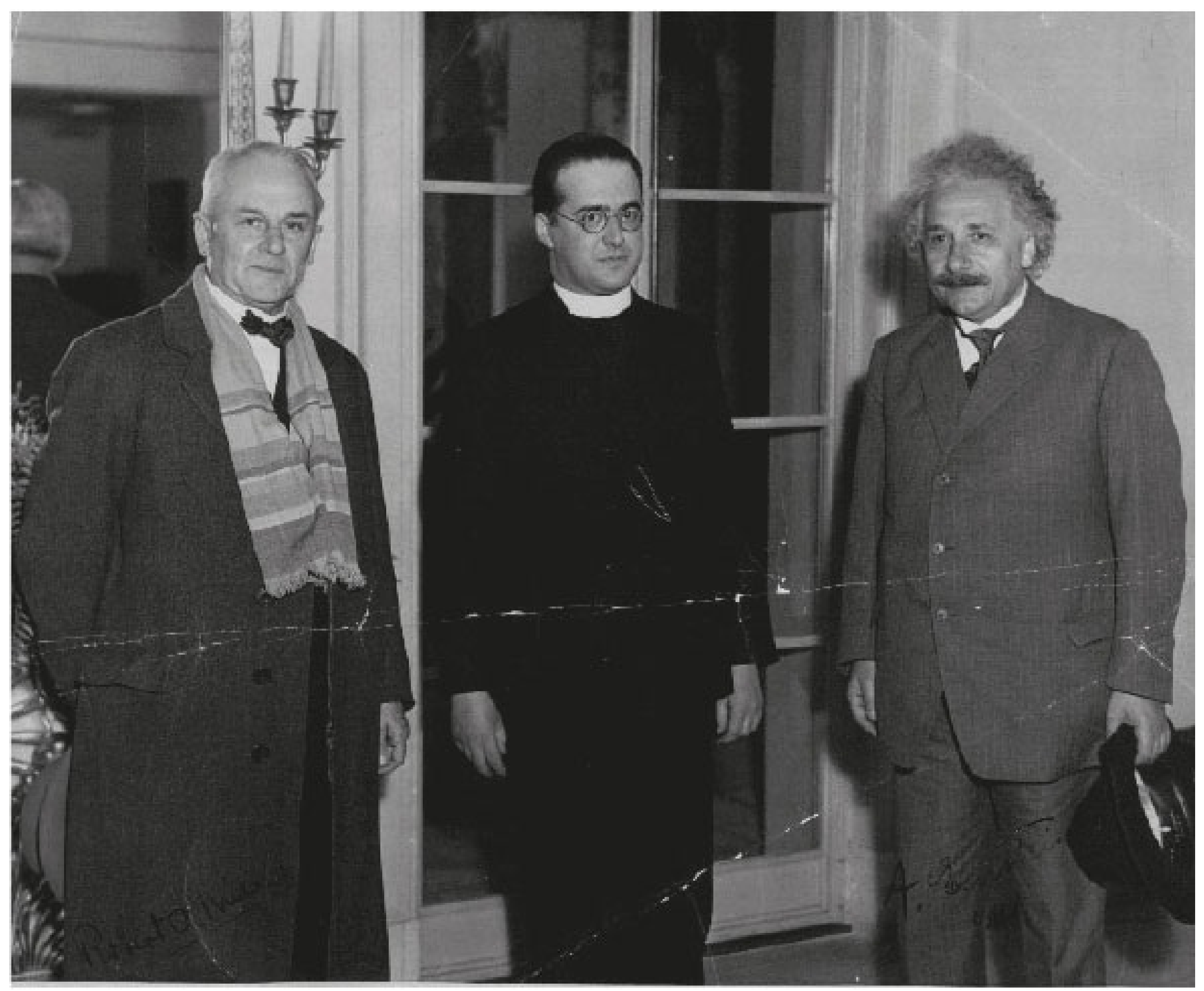
Un sacerdote afirma que el universo sí tuvo un comienzo: la gran explosión

Según algunos científicos, el universo se expande, al contrario de lo que Einstein sostuvo inicialmente, y se empieza a demostrar que todo tuvo un comienzo

18 de mayo de 1933

«A pesar de nuestras discusiones, el abad Lemaître es quien mejor ha entendido mis teorías de la relatividad», ha afirmado Albert Einstein. Después de meses de debates y encuentros públicos entre el sacerdote y físico belga Georges Lemaître y el genio y también físico Albert Einstein, este último ha reconocido el valor de las ideas de su colega científico.

Lemaître ofreció ayer una conferencia sobre su perspectiva del origen del universo en el Instituto de Tecnología de California que no ha dejado a nadie indiferente, y que ha propiciado esta respuesta de Einstein.



Milican, Lemaître y Einstein en su primer encuentro en el Instituto de Tecnología de California (10 de enero de 1933).

El pasado 11 de enero, Lemaître expuso su teoría sobre los rayos cósmicos, y Einstein asistió a la conferencia y afirmó: «Esta es la explicación más bella y satisfactoria de la creación que he escuchado jamás». Distintas fuentes nos confirman que Einstein estaba siendo irónico, ya que para él el universo es inmutable, no tiene principio ni fin, y por tanto la idea de la creación teológica le resulta insoportable.

Cinco meses después, ha reconocido su admiración, esta vez de forma no irónica, hacia una figura que ha aportado una visión fresca e innovadora sobre el origen y la expansión del universo.

Todo comenzó en un pequeño punto

El 9 de mayo de 1931 la revista *Nature* publicó el artículo que haría famoso a Lemaître: «El comienzo del mundo desde el punto de vista de la teoría cuántica». La gran aportación de su propuesta fue el concepto de «átomo primitivo». El padre Lemaître, que tiene solo 39 años y ya hace diez que es sacerdote, describió en su estudio un universo que tiene su comienzo en una singularidad inicial, es decir, un primer átomo, un punto de materia concentrada de gran densidad que explotó para generar el cosmos. Esta teoría se basa en el hecho de que la energía y la materia (los cimientos de todas las cosas) estaban previamente en un estado de singularidad, de materia concentrada de temperatura, densidad y presión infinitas. El universo surgió de una partícula microscópica que, por razones que aún desconocemos, llegó a un estado inestable y explotó.

El universo en expansión

Aparte de sus ideas sobre cómo comenzó el cosmos, Lemaître lleva años convencido de que el universo no es estático y está en expansión, y así lo defiende desde 1927 con su estudio sobre las nebulosas intergalácticas; pero en el momento de su publicación, su trabajo no tuvo ningún impacto especial y pasó desapercibido.

Más reconocimiento obtuvo el matemático ruso Alexander Friedman en 1922 con sus ecuaciones, con las que demostró a nivel matemático que el universo podría expandirse de forma métrica.

Asimismo, el célebre astrónomo estadounidense Edwin Hubble ha sido reconocido, entre otras cosas, por esta teoría de la expansión del universo.

En 1924, Hubble consiguió distinguir con un telescopio de 254 centímetros (el más grande por aquella fecha) unas nebulosas más allá de la Vía Láctea, a una distancia aproximada de 1,5 millones de años luz. Parece ser que somos más pequeños de lo que pensábamos, y que nuestra galaxia es solo una de muchas.

Pero eso no es todo: en 1929, Hubble publicó un estudio sobre la velocidad radial de las nebulosas y calculó que, aunque algunas tenían espectros que señalaban su movimiento hacia la Tierra, muchas mostraban «corrimientos hacia el rojo», lo que indicaba que en realidad se estaban alejando.

La única explicación de esos corrimientos hacia el rojo es que las galaxias se alejaban y, a cuanta más distancia estaban, más rápido se seguían alejando. La conclusión lógica de todo esto es que el universo se expande.

Pero a Einstein nunca le han gustado estas interpretaciones. Ha sido muy crítico con esta teoría desde las ecuaciones de Friedman, y es uno de los motivos por los que la aceptación popular de esta tampoco haya sido mayoritaria.

Einstein: rechazo a estas teorías

Lemaître pasó mucho tiempo intentando compartir sus ideas sobre el cosmos con Einstein, y lo consiguió por primera vez en el famoso Congreso Solvay de 1927, en Bruselas. En su encuentro con Einstein, sostuvo que cuanto más lejos está una galaxia de nosotros, más rápidamente se aleja. Einstein le reconoció entonces que sus soluciones a las ecuaciones de la relatividad general eran correctas en cuanto a matemáticas, pero aun así no aceptaba su visión. En concreto, sus palabras fueron: «Tus cálculos son correctos, pero tu comprensión de la física es abominable». Y es que, para Einstein, el universo en su conjunto debía permanecer inmutable para siempre. En la teoría de la relatividad general de 1917 así lo presentó, como un universo esférico y perfectamente estático.

Con los años, Einstein ha acabado aceptando la idea de un universo en expansión, pero hasta ahora se había negado a reconocer la validez de la hipótesis del átomo primitivo, y así se lo hizo saber a Lemaître el pasado enero en el Instituto de Tecnología de California. Einsten declaró que esa teoría «sugiere demasiado la idea teológica de la creación».

Pero, como Lemaître le ha repetido en varias ocasiones, la singularidad inicial no era «la creación» en el sentido teológico, sino solamente el «comienzo natural» de las cosas.

Aun así, el trabajo del científico devoto se ve muy reforzado por el hecho de que, gracias a su fe, sabe que el enigma del universo tiene una solución. Todo el universo es comprensible porque fue creado por una inteligencia superior: Dios.

Viaje en el tiempo

Hoy en día sabemos que el universo se originó hace unos 13 millones de años como resultado del Big Bang. Una fracción de segundo después del comienzo, todo era una mezcla caliente y amorfa de partículas elementales. A medida que se expandía y se enfriaba, surgieron distintas estructuras, desde los neutrones y protones hasta los núcleos atómicos, átomos, estrellas, galaxias, cúmulos de galaxias y, finalmente, supercúmulos. La parte observable del universo contiene ahora cien mil millones de galaxias, y cada una de ellas contiene a su tiempo alrededor de cien mil millones de estrellas.

El virus: Wendell M. Stanley, Dmitri Ivanovski y Martinus Beijerinck

¡Tenemos al virus! Por fin aislado el «parásito forzado»

El químico Wendell M. Stanley ha conseguido aislar la partícula infecciosa de las hojas del tabaco por primera vez en la historia

28 de junio de 1935

Medio siglo después de que se registrara por primera vez el dañino efecto del virus del mosaico del tabaco, el químico estadounidense Wendell M. Stanley ha aislado con éxito la partícula infecciosa.

Tras cinco años de intenso trabajo, el investigador del Instituto Rockefeller ha conseguido su objetivo. A partir de cantidades considerables de hojas de tabaco infectadas, ha logrado extraer el virus en forma de cristales puros. Stanley ha podido observar, mediante una serie de pruebas, que el extracto de plantas de tabaco contiene unas agujas de cristal tan finas que apenas son visibles bajo el microscopio óptico; por eso sus predecesores fueron incapaces de detectarlo con la tecnología de la época.

Cincuenta y dos años buscando el «veneno»

Pese a que Stanley es el protagonista merecido de la noticia, no podemos olvidar que este es un logro compartido con varios de sus predecesores que estudiaron este ámbito a través del virus del mosaico del tabaco. Se le denominó así por el diseño en forma de mosaico que se dibuja sobre las hojas.

Hace cincuenta y dos años, el ahora veterano químico alemán Adolf Mayer observó que, al rociar las plantas de tabaco con savia de plantas

enfermas, las sanas terminaban desarrollando los síntomas. El investigador buscaba con el microscopio lo obvio: bacterias. No tuvo éxito. Sospechó que el portador de la enfermedad tenía que ser más pequeño, quizá alguna bacteria diminuta.

En 1892, el microbiólogo ruso Dmitri Ivanovski quiso comprobar la conjetura de Mayer. Pasó las plantas infectadas por un filtro bacteriano, pero no encontró nada, y la savia seguía siendo infecciosa. ¿Era una toxina?, ¿una bacteria demasiado pequeña?, ¿se estaba reproduciendo?

Cinco años después, el científico holandés Martinus Beijerinck refutó el enfoque de las bacterias pequeñas o las toxinas. Iba rociando plantas sanas con savia infectada, y las enfermas las rociaba con otras plantas; sin embargo, el patógeno no se debilitaba. Si era una toxina… ¿Por qué no perdía fuerza?

Beijerinck siguió investigando, y descubrió que la sustancia causante de la enfermedad se reproducía dentro de los organismos, pero no en la placa de Petri, ni tampoco en el tubo de ensayo. Lo describió como un *contagium vivum fluidium* (germen viviente soluble) y lo bautizó como «virus». Ese agente infeccioso era mucho más pequeño y simple que una bacteria. Habíamos entrado en conocimiento de la existencia de los virus, pero aún no podíamos detectarlos.

En 1915, el bacteriólogo inglés Frederick Twort describió un grupo de virus que infecta bacterias, y el microbiólogo francocanadiense Félix d’Herelle en 1917 explicó estos virus en detalle y les dio el nombre de «bacteriófagos», que significa, «comedores de bacterias».

Y si nos remontamos aún más en el pasado, nuestro admirado Louis Pasteur no fue capaz de encontrar el agente causante de la rabia, y ya especuló que debía de ser un patógeno muy pequeño que no podía ser detectado con el microscopio.

Los virus hacen que nos cuestionemos: ¿qué es la vida?

La palabra latina *virus* significa «veneno» (de origen animal). El término se ha estado utilizando para referirse a estas partículas microscópicas capaces de infectar organismos vivos. Ahora Stanley lo ha comprobado: los virus son «parásitos obligados», pues no pueden reproducirse fuera de la célula, aunque se mantienen vigorosos dentro de ella.

Este descubrimiento hace que nos planteemos algunas preguntas incómodas: ¿cómo puede este virus, con su capacidad de infectar y multiplicarse, ser también una sustancia química inanimada, una molécula inerte? El hallazgo de Stanley ha abierto el debate sobre «¿qué es la vida?».

¿Nos lo tendremos que replantear en un futuro no muy lejano?

Viaje en el tiempo

El debate sobre qué son los virus y si pueden clasificarse como organismos vivos no está cerrado. Los virus están compuestos por una molécula de ácidos nucleicos (ADN o ARN), encerrada en una capa de proteína (cápside) susceptible de infectar organismos vivos.

Dentro de la célula, los virus son capaces de reproducirse; sin embargo, las partículas virales se comportan como sustancias químicas cuando están fuera de la célula. Al igual que los organismos vivos, los virus experimentan variaciones en el código genético y pueden evolucionar. En consecuencia, no se adecúan exactamente a la definición más clásica de «vida», a pesar de que tienen comportamientos y características similares a ella.

El estudio de la virología que se desarrolló en las primeras décadas del siglo XX ayudó a detectar muchas enfermedades, como la fiebre aftosa y la amarilla, la poliomielitis, etc.

Actualmente se conocen virus que se multiplican en las células de plantas, de animales, de hongos o de bacterias (a estos últimos se les suele llamar «bacteriófagos»). También se han detectado algunos virus que infectan a otros virus (denominados «virus satélite»).

Mecánica cuántica: Max Planck, Werner Heisenberg y Erwin Schrödinger

Schrödinger se mofa de los defensores de la superposición, mediante la llamada «paradoja del gato»

El físico austríaco ha renegado de las teorías cuánticas vigentes y se enfrenta así a sus compañeros de Copenhague

30 de noviembre de 1935

El reputado físico Erwin Schrödinger, a pesar de ser uno de los padres de la mecánica cuántica, la repudia profundamente. Así lo ha manifestado mediante su experimento mental del gato, en el que pone en evidencia las contradicciones del concepto de «superposición» que defienden sus colegas de Copenhague. El artículo, titulado «La situación actual de la mecánica cuántica», fue publicado ayer en la revista alemana *Die Naturwissenschaften.*

Y es que, desde hace diez años, Schrödinger y su colega Werner Heisenberg compiten por saber cuál de las dos explicaciones de la mecánica cuántica es la correcta: la mecánica ondulatoria del uno o la matricial del otro.

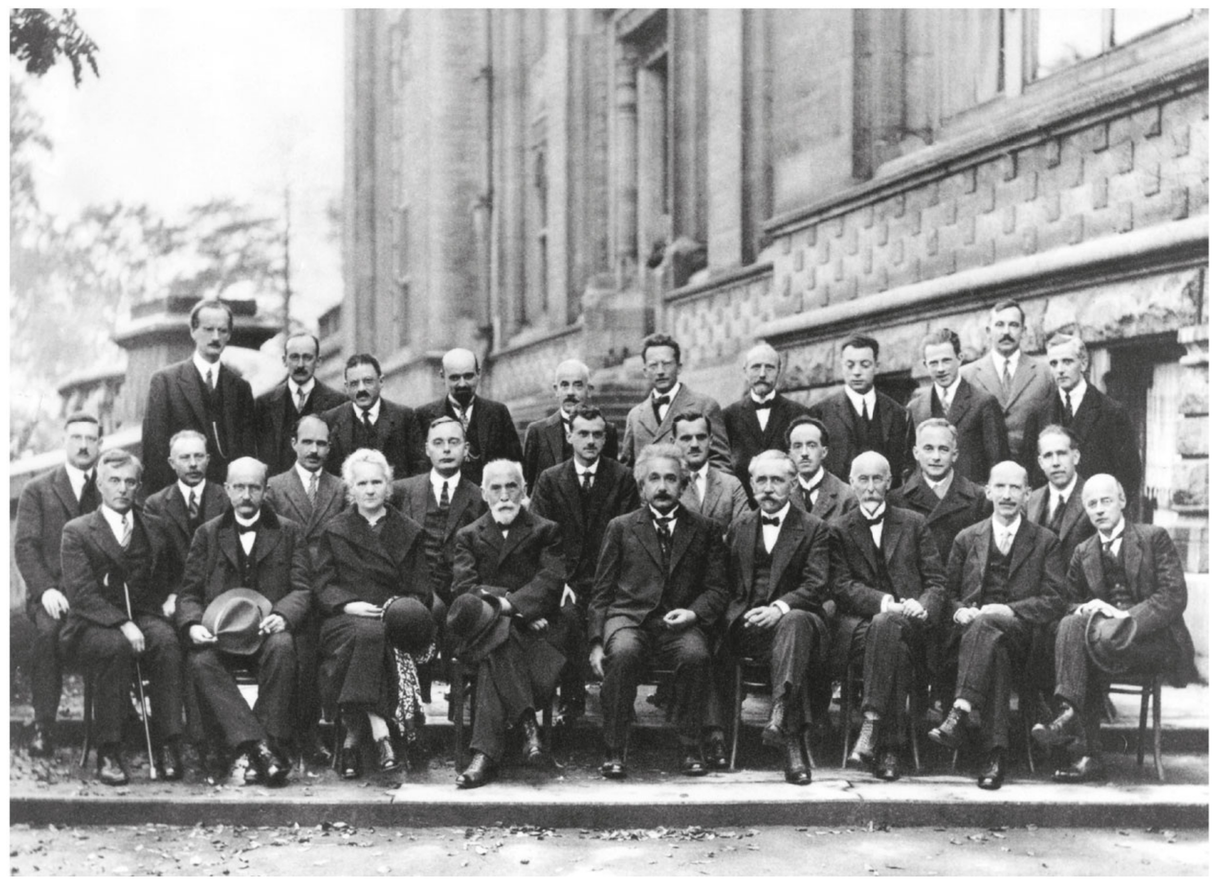
Luchando por entender el mundo subatómico

Llevamos décadas intentando entender el mundo subatómico, sin mucho éxito más allá de conjeturas y teorías.

¿Por qué los electrones se comportan a veces como partículas y a veces como ondas? Los expertos parecen volverse locos.

La física cuántica nace oficialmente con la introducción del concepto de «cuantos de energía» por parte del físico alemán Max Planck, en el año 1900.

Según las observaciones de Planck, la radiación de un cuerpo negro solo se podía explicar matemáticamente si se asumía que la materia tiene estados de energía «discretos», es decir, no continuos. Por ello, la salida teórica pasaba por la «cuantización» de la energía. El descubrimiento revolucionario de Planck fue, por tanto, que la energía se libera en unidades sólidas, los llamados «cuantos de energía». Además, descubrió una constante natural necesaria para calcular el espectro observado, que lleva su nombre: la constante de Planck (h).



Quinto congreso Solvay (1927).

Louis de Broglie ganó hace seis años el Premio Nobel de Física por su descubrimiento de la naturaleza ondulatoria de los electrones, lo que ahora conocemos como «la dualidad onda-partícula». Así, la posición y el momento, y la energía y el tiempo están conectados estrechamente, y a todas las partículas, incluida la luz, se les puede asignar una onda.

El físico Werner Heisenberg desarrolló la mecánica matricial en 1925, aunque no conocía las matrices matemáticamente. Sin embargo, las utilizó «inventándolas», en la medida en la que esos conjuntos de números que forman objetos matriciales los usó para describir las interacciones de los sistemas de cuantos. Quien le indicó qué eran y cómo podía usarlas fue el

físico Max Born; disponía así de una teoría coherente para todo este caos cuántico.

Dos años después entra en juego el principio de incertidumbre de Heisenberg, teoría que desarrolló después y que nos vuelve a poner en el incómodo sillón de la confusión.

Según este principio, en el mundo físico, cuanto más conozcamos a qué velocidad se está moviendo algo, más fácil será determinar las otras variables. Y cuanto más localizada sea su posición, más concretamente podremos determinar a qué velocidad se está moviendo, por ejemplo, una persona por la calle. Sin embargo, en el mundo subatómico, no. Porque pasamos de metros a nanómetros, y la constante de Planck sí que afecta. Así pues, cuanto más precisemos al medir una de las dos variables de un electrón (posición o velocidad), menos capaces seremos de determinar la otra. Es decir, cuando medimos con precisión una variable, se disminuye la precisión en la medición de la otra, por lo que nunca vamos a poder medir ambas con exactitud. No se trata de un problema para el cual no tenemos las herramientas o la tecnología necesarias, sino de una restricción impuesta por la misma naturaleza.

La mecánica ondulatoria, concebida en pecado

Schrödinger desarrolló la mecánica ondulatoria unos seis meses después de que Heisenberg diera a conocer la mecánica matricial, con lo que iniciaron directamente una competición. El físico austríaco describe la materia como ondas que se propagan en el espacio, y así lo ha defendido durante estos años.

La inspiración sobre la mecánica ondulatoria le vino en el transcurso de un retiro de unos días en un balneario en 1926. Es bien conocida la relación en pecado que mantiene con su mujer, ya que a menudo viajan ambos en compañía de sus amantes, sin ningún tipo de decoro. Parece ser que una de sus amantes le acompañaba durante esos días de inspiración, aunque no conocemos la identidad de la musa.

De esta teoría se desarrolló la ecuación de ondas de Schrödinger, que le valió el Premio Nobel hace dos años junto con el matemático Paul Dirac.

La diferencia recayó cuando sus colegas de Copenhague defendían que la onda planteada por Schrödinger no era una onda física, sino algo más abstracto como un conjunto de probabilidades donde se puede encontrar una partícula. Hasta que no se mide la partícula, esta se encuentra como en una

función de onda, es decir, en varios lugares a la vez. Las implicaciones de esto son muy confusas.

Uno de los debates más importantes que han tenido lugar ha sido el quinto congreso Solvay de 1927, cuyo tema principal fue «Electrones y fotones», y donde los mejores físicos y científicos mundiales (como Albert Einstein o Marie Curie) discutieron sobre estas teorías cuánticas y el cambio en nuestra manera de ver el mundo.

La disputa: el gato de Schrödinger

El experimento mental del gato, ahora publicado, es un ejercicio para demostrar los sinsentidos de la mecánica cuántica planteada desde Copenhague, ya que el científico critica la superposición de los estados simultáneos de las partículas. ¿Cómo es posible que las partículas estén en varios lugares a la vez hasta que se las observa?

El experimento que plantea funciona de la siguiente manera: tenemos un gato metido en una caja con un dispositivo que suelta un veneno que puede matar al gato; ese dispositivo depende del estado de una partícula: podemos ponerla en dos estados básicos o en superposición de esos estados, arriba o abajo. Si el átomo está arriba, la trampilla se abrirá y se liberará el veneno, pero si el átomo está abajo, la trampilla se mantendrá cerrada. Si el veneno se libera, el gato muere. Pero según la superposición cuántica, el átomo estaría arriba y abajo a la vez, y el gato estaría vivo y muerto a la vez. Para Schrödinger, esto es una locura.

Schrödinger no es el único que reniega de la cuántica

Debido a todas estas extravagancias, muchos físicos han aborrecido las teorías cuánticas (o al menos ciertos aspectos de ellas), entre ellos, el famoso Einstein. Este hecho es cuanto menos curioso, ya que fue él, con su teoría de la relatividad especial, quien había explicado que los fotones de luz podían comportarse unas veces como partículas y otras como ondas.

«La mecánica cuántica es realmente imponente. Sin embargo, una voz interior me dice que aún no es la buena. La teoría dice mucho, pero no nos

aproxima realmente al secreto del "viejo". Yo, en cualquier caso, estoy convencido de que Él no tira dados»[10], ha declarado en numerosas ocasiones Einstein, en relación a la cuántica.

La gravedad de la teoría de la relatividad explica de forma clara por qué los planetas orbitan en torno a estrellas o por qué tienden a agruparse las galaxias, pero parece no tener ninguna influencia en la escala de las partículas más pequeñas. ¿Hacían falta otras fuerzas para explicar lo que mantiene unidos los átomos?

Recientemente sabemos, gracias al modelo de Yukawa, que dos de esas fuerzas son la fuerza nuclear fuerte y la fuerza nuclear débil.

Desde entonces Einstein está intentando unificar todo esto en una sola teoría, porque parece que el mundo a gran escala y el mundo a pequeña escala sigan leyes completamente distintas.

¿Tienen razón Einstein y Schrödinger, y todas estas teorías contraintuitivas no nos llevan a ningún sitio? ¿Encontraremos pronto respuestas al extraño comportamiento de los electrones? Gracias al trabajo de los brillantes científicos que tenemos hoy en día, estamos seguros de que las respuestas están al caer.

Viaje en el tiempo

Pues no, no estaban al caer. Casi un siglo después, muchas incógnitas sobre la física cuántica no están ni mucho menos despejadas.

Al compás de la física cuántica vieron la luz, con el tiempo, algunas aplicaciones tecnológicas de enorme utilidad, como el transistor, en el que encontramos los rudimentos de los primeros ordenadores, artefactos que hoy son absolutamente omnipresentes en nuestra vida. Pero los fundamentos y el comportamiento del mundo subatómico todavía nos son tremendamente desconocidos y, aunque hay distintas interpretaciones (los universos paralelos, la decoherencia…), la interpretación de Copenhague es la que se sigue enseñando en las universidades.

Fisión nuclear: Lise Meitner, Otto Hahn y Otto Frisch

La revolución nuclear que puede ganar la guerra contra los nazis: la bomba atómica

Tanto los físicos Albert Einstein como Leó Szilárd han enviado una carta al presidente Roosevelt para que utilicen la fisión nuclear en sus programas

12 de octubre de 1939

Ante la inminente crisis que sufre el mundo después de la reciente invasión alemana de Polonia, que prevé un conflicto armado sin parangón, expertos y científicos alientan al presidente de los Estados Unidos, Franklin Roosevelt, a utilizar las innovaciones relacionadas con la fisión nuclear que pueden ser clave para determinar el futuro de la guerra.

Este diario ha tenido acceso a la carta confidencial que los reputados físicos Albert Einstein y Leó Szilárd enviaron al presidente el pasado 15 de agosto, pero que el presidente ha recibido recientemente.

En ella, los firmantes comentan los descubrimientos recientes en materia nuclear y advierten de que «este nuevo fenómeno también llevaría a la construcción de bombas, y es posible, aunque mucho menos cierto, que así se pudieran construir bombas extremadamente poderosas de un nuevo tipo».


Lise Meitner y Otto Hahn en el laboratorio de Berlín (1913).

También han alertado del peligro creciente que supone Alemania en esta materia, ya que puede estar comenzando su propio programa nuclear. En particular, Einstein declara: «Entiendo que Alemania realmente detuvo la venta de uranio de las minas checoslovacas que controla». Todo esto plantea un futuro en el que urge ponerse en cabeza de la innovación científica. Pero ¿de dónde surge el descubrimiento nuclear y a quién le debemos, quizá, la clave para ganar esta guerra?

El objetivo del presente artículo es que nuestros lectores entiendan, en los tiempos convulsos que nos han tocado vivir, con qué innovaciones están tratando los gobiernos del mundo y cómo fue el proceso que llevó a los descubrimientos de la fisión y de la bomba nuclear.

En busca de la fisión nuclear

Desde principios de este siglo, los científicos han intentado dilucidar qué ocurre con los átomos y la radiactividad.

Las diversas teorías atómicas, junto a los trabajos del matrimonio Curie, permitieron el caldo de cultivo perfecto para llegar, recientemente, a descubrir la fisión nuclear.

Enrico Fermi, galardonado el pasado año con el Nobel de Física «por sus investigaciones en reacciones nucleares», había bombardeado en 1934 neutrones con el elemento uranio, buscando elementos más pesados entre los resultantes de la reacción de ruptura de los átomos. En esa ruptura, Fermi creyó encontrar elementos más pesados que el uranio y, aunque creyó que este podría haberse dividido en elementos más ligeros, no tenía bases teóricas para explicarlo. Un equipo, formado inicialmente por la científica austríaca Lise Meitner y el químico alemán Otto Hahn, daría el gran salto experimental para interpretar lo que ocurría con esos bombardeos de neutrones sobre los átomos de uranio.

El descubrimiento que puede cambiar el curso de la guerra

Meitner y Hahn, junto con el químico Fritz Strassmann, decidieron seguir el trabajo de Fermi: repitieron su procedimiento de bombardear uranio (y algunos otros elementos) con neutrones.

Por desgracia, la estancia de Lisa Meitner en Alemania se vio interrumpida abruptamente, porque era de ascendencia judía y no tuvo más remedio que huir en julio del año pasado, ante la presión de la amenaza nazi. Había entregado su vida a la investigación y ahora, justo antes de producirse el descubrimiento, tenía que marcharse.

Desde el exilio mantuvo correspondencia con Hahn y le aconsejó a distancia.

En ausencia de Meitner, el descubrimiento tuvo lugar el 19 de diciembre de 1938 sobre una sencilla y pequeña mesa de madera. Hahn y su joven asistente Fritz Strassmann irradiaron una muestra de uranio-235 con neutrones, y el resultado fue la división del núcleo atómico en bario y kriptón,

que son dos elementos en los que la suma de sus masas es menor que la del material original. Esto no encajaba con nada conocido, no tenía sentido que un neutrón diminuto pudiera partir el núcleo de uranio en dos y generar dos elementos mucho más ligeros. Hahn escribió a Meitner para contarle lo que había ocurrido en el laboratorio y pedirle opinión, así que Meitner empezó a pensar en el asunto y compartió sus impresiones con su sobrino, el físico Otto Frisch. En sus conversaciones, Meitner se imaginó el núcleo como una gota de agua que, tras ser golpeada, se deformaba hasta romperse en dos gotas. Pero ¿de dónde procedía esa energía? Partiendo de la fórmula más importante de Albert Einstein en física ($E = mc^2$), concluyeron que la diferencia de masa entre el uranio por un lado, y el bario y el kriptón por el otro, se emitía como energía de radiación. Ahí estaba esa energía que faltaba: en la radiación.

En resumen, la fisión nuclear es el proceso físico de reacción de un átomo pesado que, tras capturar un neutrón, se divide en dos o más núcleos de átomos más ligeros.

¿Será esta correspondencia de cartas entre dos de los científicos más prestigiosos y el presidente de Estados Unidos el principio de contrapeso fundamental para el devenir de esta guerra? Seguiremos informando mientras las circunstancias nos lo permitan.

Viaje en el tiempo

Cambiar el mundo no siempre tiene que significar «para bien». La consecuencia más inmediata del descubrimiento de la fisión nuclear fue lo que ya hemos observado: el desarrollo de la bomba atómica. Con el nombre de Proyecto Manhattan se conoció la operación ultrasecreta que Estados Unidos desarrolló desde 1942 hasta 1946, con la ayuda de Canadá y el Reino Unido, y que culminó en la detonación de prueba de una bomba atómica de plutonio en el desierto de Alamogordo (Nuevo México) el 16 de julio de 1945. Además, una de las bombas que explotaron en Hiroshima y Nagasaki estaba basada en la fisión del uranio.

Sin embargo, después de la Segunda Guerra Mundial, la energía nuclear tuvo también usos pacíficos, en forma de reactores nucleares que transforman la energía producida en electricidad de uso común. Es una industria que acarrea polémica por la mala fama que le otorgan los accidentes nucleares, pero conlleva a su vez enormes beneficios, puesto que

no poluciona el aire y, como alternativa a los combustibles fósiles, es una de las energías menos contaminantes. La gestión y procesamiento de los residuos nucleares sigue siendo uno de los mayores retos.

Semiconductores y efecto transistor: William Shockley, John Bardeen y Walter Brattain

El aparato electrónico que lo simplificará todo: el transistor

Tres físicos estadounidenses han aprovechado un material semiconductor para crear un aparato pequeño que puede revolucionar la tecnología

24 de diciembre de 1947

El departamento de física de estado sólido de los Laboratorios Bell acaba de anunciar un hallazgo muy prometedor. Tres físicos estadounidenses, John Bardeen, Walter Brattain y William Shockley, han desarrollado un dispositivo electrónico que utiliza semiconductores para transportar la energía.

Los tres físicos estuvieron trabajando con experimentos durante un mes, y llegaron a observar que cuando se aplicaban a un cristal de germanio dos contactos puntuales de oro, la señal de salida era más potente que la de entrada. Y así han construido el primer transistor.

El transistor ha adquirido este nombre como abreviación de *transfer resistor* («resistor de transferencia»); es un dispositivo electrónico compuesto por tres capas de semiconductores (de silicio o germanio), que regula la corriente que le pasa a través, y la puede amplificar. Además, necesita cantidades pequeñas de energía para funcionar.



Réplica del primer transistor, de 1947.

Hasta ahora, los computadores requerían de tubos de vacío, cables y un amasijo de componentes electrónicos que los volvían enormemente pesados.

Para ponerles un ejemplo, durante la Segunda Guerra Mundial se construyó el Computador Integrador Numérico Electrónico (ENIAC).

¿Se imaginan nuestros lectores cuánto espacio podía llegar a ocupar esta máquina?

Nosotros se lo decimos: estaba compuesto por 17 tubos de vacío y miles de cables que los unían, pesaba unas 30 toneladas y consumía 174 kilovatios. Ahora pueden hacerse una idea.

Los expertos ya han empezado a valorar la posibilidad de construir un computador que usara únicamente 700 transistores: puesto que cada uno de ellos pesa unos pocos gramos, entraría en competición con el ENIAC.

Los semiconductores, los responsables del hallazgo

Aunque los experimentos eléctricos con semiconductores llegaron a lo largo de nuestro siglo, los estudios de la conductividad de varios materiales comenzaron ya en el siglo XIX. Inicialmente se conocía que los metales se dividían en dos grupos: conductores de corriente eléctrica y aislantes. Los que más interés tenían eran los primeros (entre otros, cobre, aluminio, plata, etc.), porque debido a su baja resistencia eléctrica eran buenos transmitiendo corriente. Los aislantes incluyen sustancias como porcelana, cerámica, vidrio o caucho, a través de las cuales no pasa la electricidad porque sus electrones no se desprenden fácilmente del átomo; digamos que no se quieren soltar.

Más tarde empezó el desconcierto, ya que se descubrieron materiales cuyas propiedades no encajaban completamente en ninguna de ambas categorías. Este tipo de sustancia se denominó «semiconductor», término que se remonta a 1782 y que se atribuye a Alessandro Volta; sin embargo, la primera vez que se registró un efecto semiconductor fue en 1833, cuando Michael Faraday observó que, a diferencia de los metales, la resistencia eléctrica del sulfuro de plata disminuía con la temperatura.

A mediados del siglo XIX, el estudio de los semiconductores tomó una dirección concreta: la investigación del valor de la conductividad de sustancias como minerales, compuestos de metales con azufre y oxígeno, cristales, diversos dieléctricos, etc., y el efecto de la temperatura sobre ella.

El «bigote de gato», uno de los primeros dispositivos semiconductores, fue fabricado a principios de nuestro siglo; era un detector de ondas que constaba de un fino alambre (el «bigote de gato») para establecer contacto con un detector semiconductor: el cristal de galena.

Hace apenas una década, sin embargo, muchos científicos todavía se mostraban escépticos ante la posibilidad de hablar de una categoría de semiconductores como tales, y pensaban que se trataba de aislantes defectuosos (que a veces dejaban pasar corriente y otras veces no). No fue universalmente aceptado hasta dos años atrás, cuando Karl Lark-Horovitz determinó, con sus trabajos, que el germanio y el silicio son semiconductores.

Gracias a este saber, los tres científicos estadounidenses Bardeen, Brattain y Shokley han podido aprovecharlos para desarrollar el primer transistor.

Su pequeño tamaño y la capacidad que tiene de transportar energía ya han filtrado las posibilidades en nuestra imaginación: computadoras, radios, aparatos para nuestros hogares… todo puede volverse más eficiente y pequeño. ¿Se imaginan lo que nos depara el futuro?

Viaje en el tiempo

Integrados en chips, los transistores desempeñan funciones básicas en motores de coches, teléfonos, microondas, radios… Los procesadores de nuestros modernos ordenadores, por ejemplo, tienen muchos millones de transistores diminutos. El transistor es el elemento básico de todo dispositivo electrónico, y su revolución apenas tiene parangón.

En 1956, William Shockley, John Bardeen y Walter Brattain fueron galardonados con el Premio Nobel de Física «por su investigación sobre semiconductores y por el descubrimiento del efecto transistor». En la ceremonia de presentación, E. G. Rudberg, miembro de la Real Academia Sueca de Ciencias, calificó su éxito como «un modelo de previsión, ingenio y persistencia en el logro de las metas».

Inteligencia artificial: Alan Turing

Turing, el genio matemático, condenado por «indecencia grave y perversión sexual»

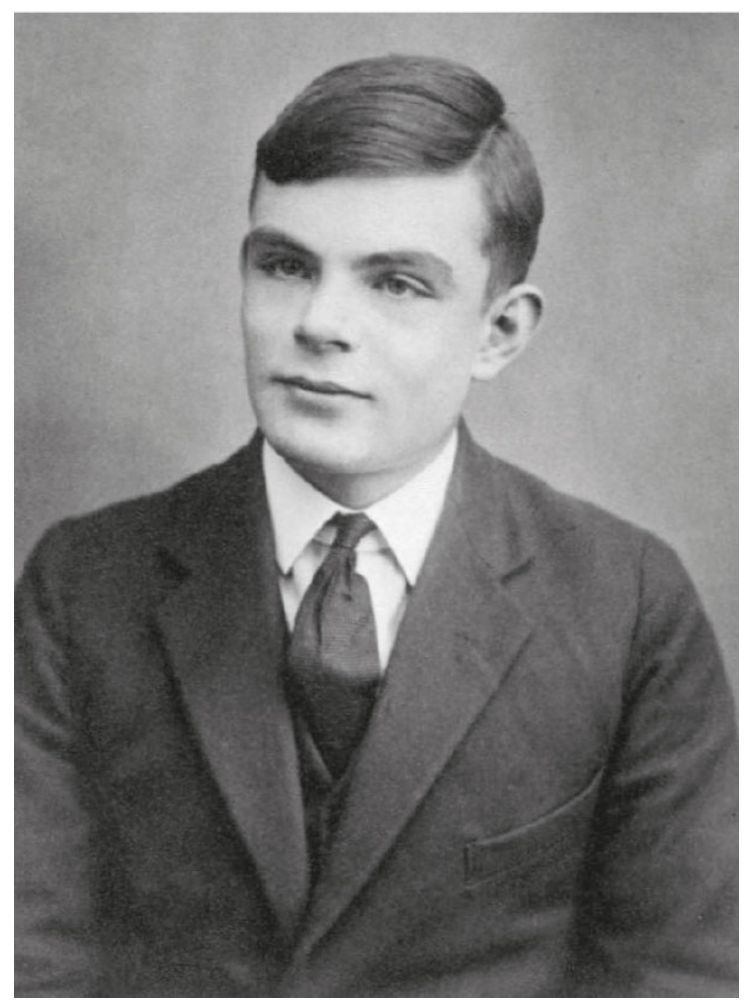
El matemático condenado es Alan Turing, conocido por haber descifrado el código de Enigma y por su versión del juego de imitación

28 de marzo de 1952

El célebre matemático y computador británico Alan Turing ha sido condenado por el juzgado de Chester por «indecencia grave y perversión sexual» al manifestar comportamientos homosexuales con el otro acusado, Arnold Murray.

Los actos perpetrados incumplen la Ley de la Ofensa Sexual de 1885, y así se lo han hecho saber a los acusados. Los hechos se remontan a febrero, cuando Turing denunció un robo en su domicilio. Durante la investigación, el acusado reconoció haber practicado el acto sexual en varias ocasiones con el joven Murray, lo que conllevó la detención de ambos.

Tres semanas después de los hechos, a finales de febrero, Turing y Murray comparecieron ante el tribunal. Se les leyeron los cargos y ambos hombres fueron enviados a juicio. El tribunal concedió a Turing una fianza de 50 libras esterlinas, pero se negó a dejar a Murray fuera de la custodia.



Alan Turing a la edad de 16 años.

Tras una espera de más de cuatro semanas, el juicio se ha celebrado en la tranquila ciudad de Knutsford, en Cheshire. Turing se declaró culpable de los seis cargos, al igual que Murray. El matemático Max Newman, amigo de Turing desde hace mucho tiempo, ha sido llamado como testigo: «Está completamente absorto en su trabajo y es una de las mentes matemáticas más profundas y originales de su generación», ha manifestado.

El juez ha escuchado la opinión del abogado de Turing de evitar la prisión a cambio de la castración química. Así pues, ha sido condenado a doce meses de libertad condicional y se ha ordenado que «se le sometiera a tratamiento con un médico debidamente calificado».

A pesar de este desafortunado incidente, que esperemos que no afecte gravemente a la salud del matemático, la aportación de Alan Turing a nuestra época ha sido enorme. Destaca su contribución como criptógrafo para descifrar el código de la máquina alemana Enigma con el fin de adelantarse a los movimientos de los nazis durante la Segunda Guerra Mundial, lo que fue decisivo para la victoria.

Otra de sus mayores contribuciones fue hace dos años como precursor del juego de imitación que planteaba si una máquina podía engañar a un humano. Los juegos de imitación son muy comunes entre amigos y en fiestas, en las que una persona se hace pasar por otra, pero Turing pone a una máquina dentro de la ecuación.

Pasión por la inteligencia de las máquinas

Por aquel entonces, Turing manifestó: «Tenemos la esperanza de que en el futuro las máquinas compitan con los hombres en los campos puramente intelectuales».

Esa fascinación por lo artificial le llevó a publicar en octubre de 1950 el artículo «Maquinaria computacional e inteligencia», que abría con la pregunta: «¿Pueden pensar las máquinas?». Turing pretendía saber si una máquina podría dar respuestas tan similares a las que daría un ser humano que fuera imposible distinguirlas de las nuestras. En el texto introdujo el llamado «juego de imitación», una prueba en la que una persona debe decidir si la comunicación establecida a través de un programa de chat es con una persona o con una computadora.

El juego original en el que se inspiró involucraba a tres jugadores. El jugador A es un hombre; el jugador B, una mujer, y el jugador C (el interrogador) puede ser de cualquier sexo. En el juego, el jugador C no tiene contacto visual con ninguno de los otros jugadores y solo se puede comunicar con ellos por escrito. Al plantearles las preguntas, el jugador C intenta determinar cuál de los dos es el hombre y cuál la mujer. A intentará engañar al interrogador haciéndole escoger erróneamente, mientras que B debe ayudar al interrogador a elegir al jugador correcto. En su test, Turing propuso que el rol del jugador A lo desempeñara la computadora (que se hiciera pasar por mujer para intentar guiar al interrogador a la respuesta incorrecta). El éxito de la computadora se determinaría comparando el resultado del juego cuando A fuera la máquina, con el resultado obtenido cuando A fuera un hombre.

El futuro que nos plantea este juego de imitación es interesante e inquietante a la vez. ¿Existirán alguna vez máquinas que superen el intelecto humano?, ¿seremos capaces de diferenciarnos de ellas?

Esperemos que el joven Alan Turing siga sorprendiéndonos e iluminándonos en este casi por completo inexplorado campo.

Viaje en el tiempo

Desgraciadamente, Alan Turing falleció dos años después por envenenamiento con cianuro. Queda por esclarecer si fue un suicidio o un asesinato, lo que sí sabemos es que, tras la condena forzosa con la castración química, no volvió a ser el mismo y se sumió en la oscuridad. El enfoque que hemos dado a esta noticia también nos sirve para recordar la persecución brutal a la que fueron y son sometidas algunas personas por su orientación sexual. En 2013 la reina Isabel II otorgó a Turing el perdón real, a título póstumo, por la persecución de su orientación.

En cuanto al juego de imitación (o test de Turing), hasta el día de hoy, ningún ordenador ha sido capaz de superarlo con reconocido éxito. El experimento que más se le parece es el realizado en 2014 por Kevin Warwick, científico experto en robótica y profesor de la Universidad de Reading. Su experimento, que, según él, demuestra haber superado el test de Turing, lo llevó a poner a prueba a 30 jueces y 5 ordenadores, los cuales mantuvieron unas 300 conversaciones. Los jueces estuvieron hablando con un tal Eugene Goostman, un adolescente ucraniano de 13 años de edad. En realidad, se trataba de un *chatbot*, un robot informático programado para simular charlas. El 33 % de los jueces participantes en la prueba, que se celebró en la Royal Society, estaban convencidos de que hablaron con un niño de verdad. Según Warwick, se superó el test de Turing por primera vez en la historia.

Sin embargo, las críticas fueron numerosas. Se acusó a Warwick de que tal personaje no representaba al adulto inteligente que planteó Turing en su juego de imitación. Se aludió, asimismo, a la necesidad actual de reformular el test.

La estructura del ADN: Franklin, Wilkins, Watson y Crick

Confirmado por una científica: la estructura del ADN es de doble hélice

La química Rosalind Franklin, junto con los biólogos Watson y Crick y el físico Wilkins, ha conseguido desentrañar la estructura del ADN

26 de abril de 1953

El secreto mejor guardado de nuestro organismo hasta la fecha parece haber sido desvelado gracias al trabajo de cuatro científicos: la química Rosalind Franklin, el biólogo James Watson, el biofísico Francis Crick y el físico Maurice Wilkins.

El pasado 28 de febrero, Francis Crick corrió desde el laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge hasta el pub cercano The Eagle, donde algunos colegas estaban almorzando, y proclamó con orgullo: «¡Hemos encontrado el secreto de la vida!». Y no es para menos, ya que decenas de científicos llevan décadas intentando dilucidar la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN), que es la base de la vida y el contenedor de instrucciones genéticas que almacena la información celular.

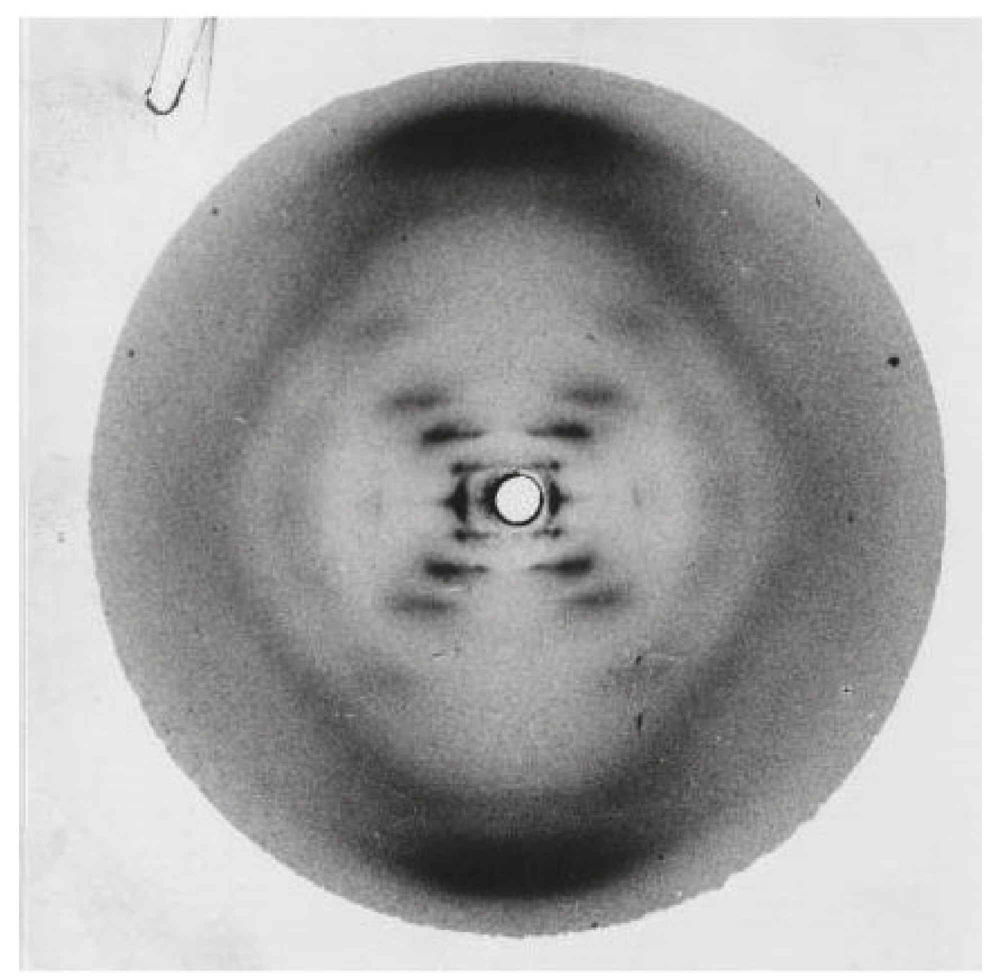


Foto 51, clave para descubrir la estructura de doble hélice, realizada por Rosalind Franklin.

Y ayer, tres meses después, la prestigiosa revista *Nature* publicó tres artículos breves con un único título: «Estructura molecular de los ácidos nucleicos». El primero, firmado por Crick y Watson, quienes se revelan como las estrellas del descubrimiento científico, versa sobre la estructura del ADN; el segundo es un artículo de Wilkins, y el tercero, el de Franklin.

La controversia está servida

Franklin, por su lado, parece no estar muy satisfecha con el proceder de sus compañeros, ya que distintos medios afirman que, cuando los resultados aún no habían sido publicados, y a espaldas de Franklin, Wilkins le mostró a Watson las fotos decisivas que ella había obtenido del ADN.

En realidad, la investigación de la forma básica del ADN por parte de Watson y Crick empezó con una conjetura fallida. En un inicio propusieron un modelo de tres cadenas en espiral, y el año pasado invitaron a Franklin y su colega Maurice Wilkins a Cambridge para presentarles su tesis.

Franklin identificó rápidamente el error en el modelo y desarrolló datos experimentales por su cuenta. Meses después, Wilkins entregó a Watson y Crick estos datos, al parecer sin la aprobación de la científica, entre los que había unas imágenes de ADN cristalizado obtenidas por difracción de rayos X, y la destacada *Foto 51*

Estas evidencias mostraban que las dos cadenas principales de azúcar y fosfato se encontraban en el exterior de la molécula y permitían inferir que el material genético debía tener una estructura en espiral doble, helicoidal. Esa imagen obtenida por Franklin confirmó la sospecha de Watson y Crick de que las cadenas principales formaban una doble hélice y que, por lo tanto, no estaban constituidas por tres cadenas en espiral, tal como ellos habían supuesto al comienzo de su investigación.

Este descubrimiento nos abre muchísimas posibilidades para estudiar la «esencia» de nuestro organismo, conocer mejor las enfermedades genéticas y, quién sabe, quizá en un futuro poder evitarlas antes de que afecten a nuestra salud.

Viaje en el tiempo

Como podréis imaginar, esta es la noticia que nos habría encantado que se hubiera publicado en su momento, pero el trabajo de Rosalind Franklin fue ignorado durante muchos años, como sucedió también con el de muchas otras mujeres científicas invisibilizadas en su época.

Franklin murió en 1958, cuatro años antes de que el Premio Nobel se entregara a sus tres compañeros varones, por lo que se quedó sin aquel reconocimiento.

Además, una vez concluido su trabajo con el ADN, Franklin dirigió investigaciones sobre las estructuras moleculares de los virus, las cuales derivaron en descubrimientos como el virus de la poliomielitis o el virus del mosaico del tabaco. Por este trabajo, su compañero de equipo Aaron Klug, como aquellos, fue distinguido con el Premio Nobel de Química en 1982.

Origen de la vida: Aleksandr Oparin y Stanley L. Miller

Descubierto el origen de la vida gracias a una «sopa primitiva»

El químico Stanley L. Miller ha difundido sus exitosos resultados en la revista *Science*

16 de mayo de 1953

La revista *Science* ha publicado en su número del 15 de mayo el artículo breve —de menos de dos páginas— de Stanley L. Miller titulado «Una producción de aminoácidos en las posibles condiciones primitivas de la Tierra». En él, Miller ha comunicado los asombrosos resultados que ha obtenido a través de la acción de una descarga eléctrica sobre dos recipientes de vidrio (matraces): uno contenía un poco de agua que representaba el océano primigenio; el otro, una mezcla de los gases reductores metano, amoniaco y sulfuro de hidrógeno, para replicar la atmósfera que presuntamente tenía la Tierra primitiva. Tras unos días de descargas, el desenlace ha sido sorprendente. El agua había cambiado de color, pasó a ser verde y amarilla, y contenía una mezcla de aminoácidos, junto con hidroxiácidos, ácidos alifáticos cortos y urea: había surgido la vida.

El modelo sobre el origen de la vida postula que esta se originó a partir de dicha mezcla de gases: tras desarrollarse en la atmósfera primitiva, fueron trasladados por la lluvia hasta el océano, donde se combinaron para formar proteínas, ácidos nucleicos y otras moléculas necesarias para la vida.

La generación espontánea, desechada

Durante muchos siglos, desde la época de Aristóteles hasta la de Darwin, la hipótesis de la generación espontánea cobró mucho peso. El evolucionista

Charles Darwin afirmó en 1837: «La íntima relación de la vida con las leyes de la combinación química y la universalidad de estas últimas hacen que la generación espontánea no sea improbable». Esta hipótesis defendía que ciertas formas de vida pueden originarse de manera espontánea a partir de materia orgánica o inorgánica. No había evidencias científicas, pero la observación visual llevó a los científicos a decantarse por esta opción.

Fue Louis Pasteur quien en 1865 desterró definitivamente esta idea de la comunidad científica, al demostrar que hasta los microbios se originan a partir de otros microorganismos. En unos matraces similares a los del estudio que protagoniza esta noticia, insertó caldo de carne, hervido previamente para eliminar posibles microorganismos, y los dejó reposar, pero no observó ningún resultado favorable a esa hipótesis.

Oparin y Urey, los inspiradores

El bioquímico ruso Aleksandr Oparin ha sido el causante de esta revelación. Oparin empezó en 1924 a desarrollar una hipótesis sobre el origen de la vida, que para él consistía en la evolución de moléculas de carbono facilitada por un entorno favorable. Bautizó ese entorno favorable como el «caldo primitivo», término que ha perdurado veintinueve años y que Miller se ha encargado de poner en práctica.

La decisión, confiesa el protagonista del estudio, la tomó en septiembre de 1952, meses después de asistir a un seminario del químico y profesor Harold C. Urey, quien había presentado su propuesta sobre el origen de la vida en el contexto de una atmósfera terrestre altamente reductora. Urey, *a priori* escéptico sobre los resultados del experimento, se muestra ahora encantado con la supervisión del estudio: «Si Dios no lo hizo de este modo, desperdició una buena opción».

Sentando las bases del futuro de la vida

Esta impresionante noticia nos llega solo tres semanas después de que los biólogos Crick y Watson dieran a conocer la estructura del ADN, el ácido

nucleico que contiene la información genética de todos los organismos vivos. ¿Comienza una nueva era en lo que respecta al conocimiento de la vida? ¿Estamos cada vez más cerca de saber de dónde venimos y cómo estamos formados?

Viaje en el tiempo

Pese a que la noticia parecía muy prometedora, y después de más de medio siglo de estudios, hoy no estamos mucho más cerca de sintetizar la vida que por aquel entonces. Parece ser que la atmósfera primitiva que recreó Miller no se ajustaba lo suficiente a la realidad, porque aquella era mucho menos reactiva al dióxido de carbono y al nitrógeno de lo que se sospechaba. Además, no se tuvo en cuenta la importancia de los ácidos nucleicos, puesto que ambos descubrimientos se dieron casi a la par. Aun así, Miller sentó las bases para el conocimiento sobre la formación de moléculas orgánicas a partir de las inorgánicas.

Teoría del caos: Edward Lorenz (1963)

¿Puede el aleteo de una mariposa cambiar el curso de los acontecimientos?

El matemático Edward Lorenz ha ofrecido una ponencia sobre su teoría del caos y no ha dejado indiferente a nadie

30 de diciembre de 1972

Ayer se celebró la 139.ª reunión de la AAAS (Asociación Americana para el Avance de la Ciencia), y el evento tuvo un claro protagonista: el matemático y meteorólogo estadounidense Edward Lorenz con su ponencia «Predictibilidad: ¿Puede el aleteo de una mariposa en Brasil ocasionar un tornado en Texas?».

Esta conferencia está basada en un trabajo publicado hace nueve años sobre la teoría del caos, que pasó desapercibido entre la comunidad científica, pero que ahora ha llamado la atención de muchos de los colegas de Lorenz por la originalidad de su planteamiento.

Dado que los cambios en las condiciones iniciales de las ecuaciones de su teoría eran tan pequeños, lo comparó con la turbulencia que una mariposa provocaría en el aire.

Pero ¿de qué teoría estamos hablando? ¿Qué sentido tiene este planteamiento de que los cambios ínfimos pueden afectar al devenir de grandes acontecimientos?

Predecir el clima es un caos

Lorenz, licenciado en Harvard, ha logrado una brillante carrera académica y llevaba años buscando la explicación de por qué los modelos de previsión

meteorológica fallaban como lo hacían. ¿Por qué era tan difícil prever el clima, a pesar de contar con numerosos datos y parámetros? Parecía que, al modificar una pequeña variable en sus cálculos, la previsión cambiaba mucho. Todos nuestros lectores serán testigos de cómo los profesionales que retransmiten el tiempo muchas veces fallan estrepitosamente en sus predicciones. Ahora sabemos que no es incompetencia, sino que detrás de estas equivocaciones hay cambios impredecibles.

La clave está en lo que se conoce como «flujos turbulentos» o «turbulencia». La turbulencia ha sido siempre la piedra en el zapato de la física y se encuentra detrás de los huracanes, los tornados y las trombas marinas o mangas de agua, por ejemplo. Los remolinos de los fluidos implicados en esos fenómenos son esquivos, cambian rápidamente y desaparecen en patrones que no siguen un orden aparente.

Así, la gran innovación de Lorenz ha consistido en observar y definir estos sistemas, que presentan en ocasiones un comportamiento impredecible a pesar de estar sujetos a las leyes físicas.

Un error de efectos inesperados

En 1963, Lorenz trabajaba en ciertas ecuaciones matemáticas para predecir el clima, que era su objetivo principal, además de descubrir una fórmula que sirviera para explicar el comportamiento de la atmósfera. Estaba metiendo sus ecuaciones en el ordenador y haciendo simulaciones y, tras cambiar los datos de una simulación a otra solo una fracción decimal (al parecer redondeó para evitar teclear tantas cifras), Lorenz obtuvo una expresión gráfica muy llamativa y completamente diferente.

Quedó sorprendido. Fue así como descubrió y demostró la manera en que un pequeñísimo cambio en el estado inicial de sus ecuaciones podía tener como consecuencia alteraciones drásticas en el sistema. Por eso no es posible predecir el clima con precisión a largo plazo. Lorenz descubrió que el clima, como tantos otros fenómenos, presenta una característica no lineal conocida como «dependencia sensible de las condiciones iniciales».

Hoy sabemos que hay muchos fenómenos caóticos tanto en la naturaleza como en el funcionamiento de ciertas estructuras sociales. Encontramos sistemas de este tipo en la aerodinámica, la biología, la termodinámica, la biomedicina o incluso en la economía, por poner algunos ejemplos.

La metáfora del efecto mariposa se ha hecho muy popular gracias a la cultura popular y al cine. Sin embargo, en ocasiones se malinterpreta, ya que es incorrecto decir que la investigación del caos dicta que una mariposa puede influir en el clima en el otro lado de la Tierra. Se trata solo de una imagen con que ejemplificar cómo los pequeños cambios pueden conllevar grandes consecuencias.

Extinción masiva del Cretácico-Paleógeno: Luis y Walter Álvarez, Franco Asaro y Helen Michel

La extinción de los dinosaurios pudo tener un origen extraterrestre

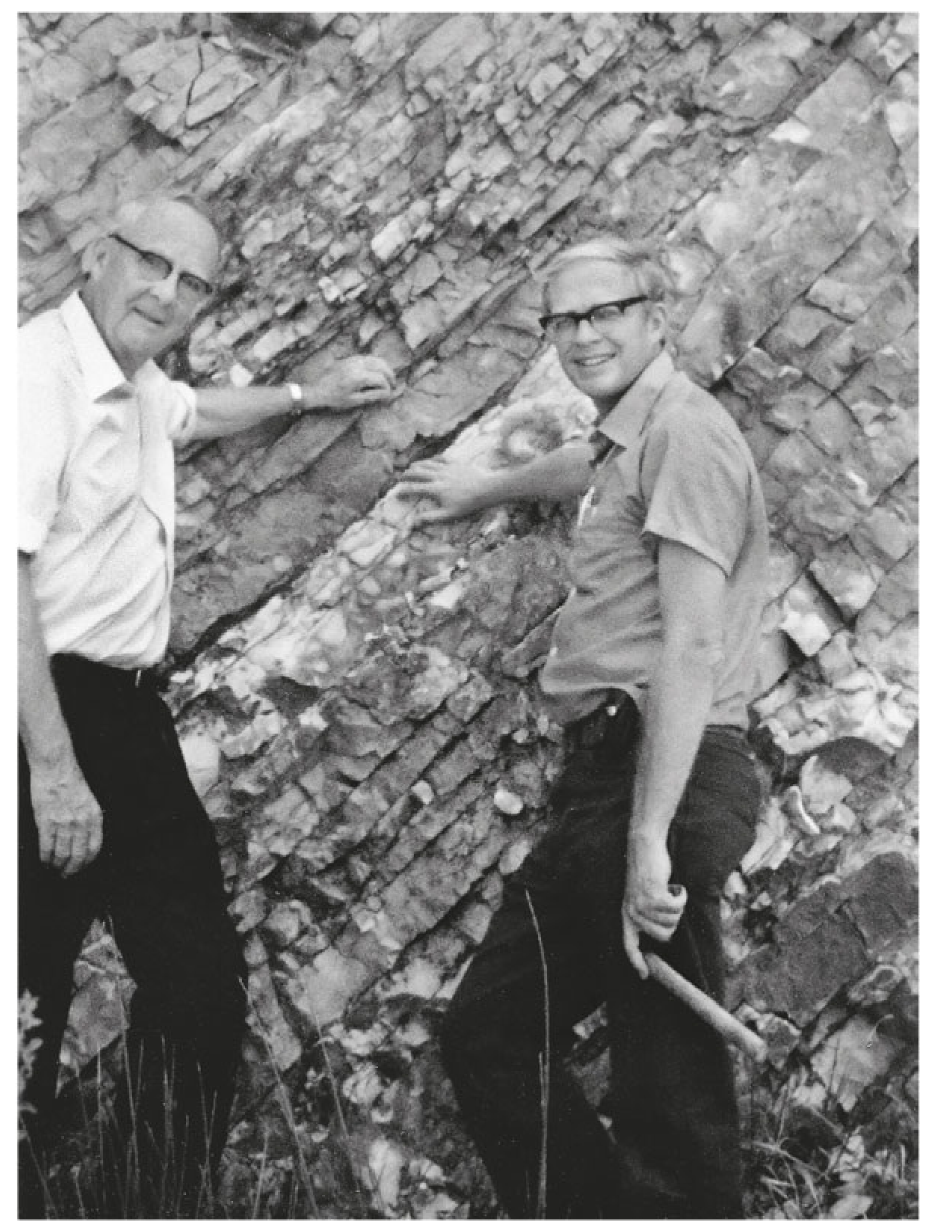
Un estudio apunta a un meteorito que contaminó la Tierra como causa masiva de la extinción de especies del Cretácico

7 de junio de 1980

El físico galardonado con el Premio Nobel Luis W. Álvarez y su hijo, el geólogo Walter Álvarez, en colaboración con los investigadores Frank Asaro y Helen V. Michel, publicaron ayer en la revista *Science* su trabajo «Causa extraterrestre de la extinción del Cretácico-Terciario», una revolucionaria teoría sobre el origen de la masiva extinción de especies hace 66 millones de años.

Llevamos décadas intentando explicar el porqué de este suceso que acabó con el 75 % de las especies, incluyendo la mayor parte de los dinosaurios.

La teoría de los Álvarez vincula el impacto de un asteroide gigante en la península del Yucatán con la proliferación de iridio en la atmósfera que propició una contaminación tal que la mayoría de las especies, incluyendo dinosaurios y gran parte de la vida marina, no pudieron soportar.



Los Álvarez: padre e hijo.

El meteorito y el iridio

Los equipos de científicos de la Universidad de California, liderados por los Álvarez, descubrieron accidentalmente en una expedición en Italia una banda de roca sedimentaria que contenía niveles anormalmente elevados de iridio, un elemento que, si bien es raro encontrar en la corteza terrestre, lo hay en grandes cantidades en los asteroides.

Este hecho les llamó la atención, ya que en 1960 se encontró el cráter de Chicxulub (al noroeste de la península del Yucatán, México), en el que se

hallaron valores muy altos de iridio.

Los Álvarez ataron cabos y ahora han planteado la hipótesis de que el iridio, que estaba en una distribución muy uniforme y generalizada, fue el resultado de un asteroide gigante que impactó contra la Tierra, y provocó emisiones de humo, polvo e iridio a la atmósfera. Esa cortina de humo bloqueó el sol, bajó la temperatura de la Tierra, mató a las plantas (aunque no las semillas ni las raíces) y, al final, acabó también con muchas especies de animales, incluidos los dinosaurios. Los herbívoros se extinguieron primero, seguidos por los carnívoros que se los habían comido. Los mamíferos y aves más pequeños pudieron sobrevivir a las condiciones de frío y desolación debido a su pelaje, plumas y capacidad para comer semillas, raíces y vegetación en descomposición. La contaminación finalmente se depositó en el suelo, formando una fina capa de iridio y afectando profundamente a la vida marina. Asimismo, los reptiles marinos, a excepción de las tortugas y cocodrilos, se extinguieron a finales del Cretácico. La flora terrestre sufrió pérdidas menores.

Las técnicas de datación química situaron la roca observada por los Álvarez unos sesenta y seis millones de años atrás, la época en la que los dinosaurios se extinguieron. Así, la teoría de los Álvarez vincula el impacto del asteroide (que tenía entre 10 y 15 kilómetros de tamaño y golpeó la península de Yucatán justo en el límite cronológico entre el Cretácico y el Terciario)[11] con la extinción masiva de especies en la Tierra.

La extinción de los dinosaurios, a debate desde hace siglos

El primer científico en proponer la teoría de que la extinción de los dinosaurios se debió a una catástrofe natural fue el naturalista francés Georges Cuvier.

A partir de sus observaciones paleontológicas, Cuvier difundió el término «catastrofismo geológico», la idea de que el mundo viviente fue destruido varias veces por catástrofes y que en su lugar llegó un mundo nuevo, creado casi desde cero. Desde esta perspectiva, la edad de la Tierra no debía de ser muy avanzada. De ahí que Cuvier abogara porque nuestro planeta tenía unos seis mil años de antigüedad, lo que le enfrentó a geólogos y naturalistas como Charles Lyell, Charles Darwin o Jean-Baptiste Lamarck, que defendían que

los cambios se suceden a partir de pasos graduales. Lamarck planteó en su *Philosophie zoologique*: «Pero ¿por qué suponer una catástrofe universal sin tener pruebas de ella cuando la marcha de la naturaleza mejor conocida basta para dar razón de todos los hechos que observamos en todas sus partes?».

Ahora bien, es posible que ambos tengan razón y que pueda haber cambios graduales, pero también grandes catástrofes que transformen el curso de la naturaleza. Estos nuevos descubrimientos nos plantean muchas dudas respecto a este debate abierto entre geólogos. ¿Pudo un solo meteorito ser la causa de la extinción masiva de tantos miles de especies?

Viaje en el tiempo

Esta teoría de la extinción rivalizó durante muchos años con otras hipótesis: la hipótesis de los múltiples impactos, la actividad volcánica de los traps del Decán en India, la disminución del nivel del mar, etc. Lo cierto es que la teoría aún está sujeta a debate, si bien la hipótesis del meteorito está ampliamente asumida como una de las causas de la última gran extinción masiva en la historia de la Tierra que tuvo lugar en esa frontera entre el Cretácico y el Paleógeno.

En la actualidad, la teoría apunta a múltiples causas: esta tesis la defendieron Archibald y Fastovsky (2004), según los cuales la extinción masiva se explicaría por una combinación del impacto del meteorito junto con una gran actividad volcánica y un descenso muy notable del nivel del mar.

Bosón de Higgs: Peter Higgs

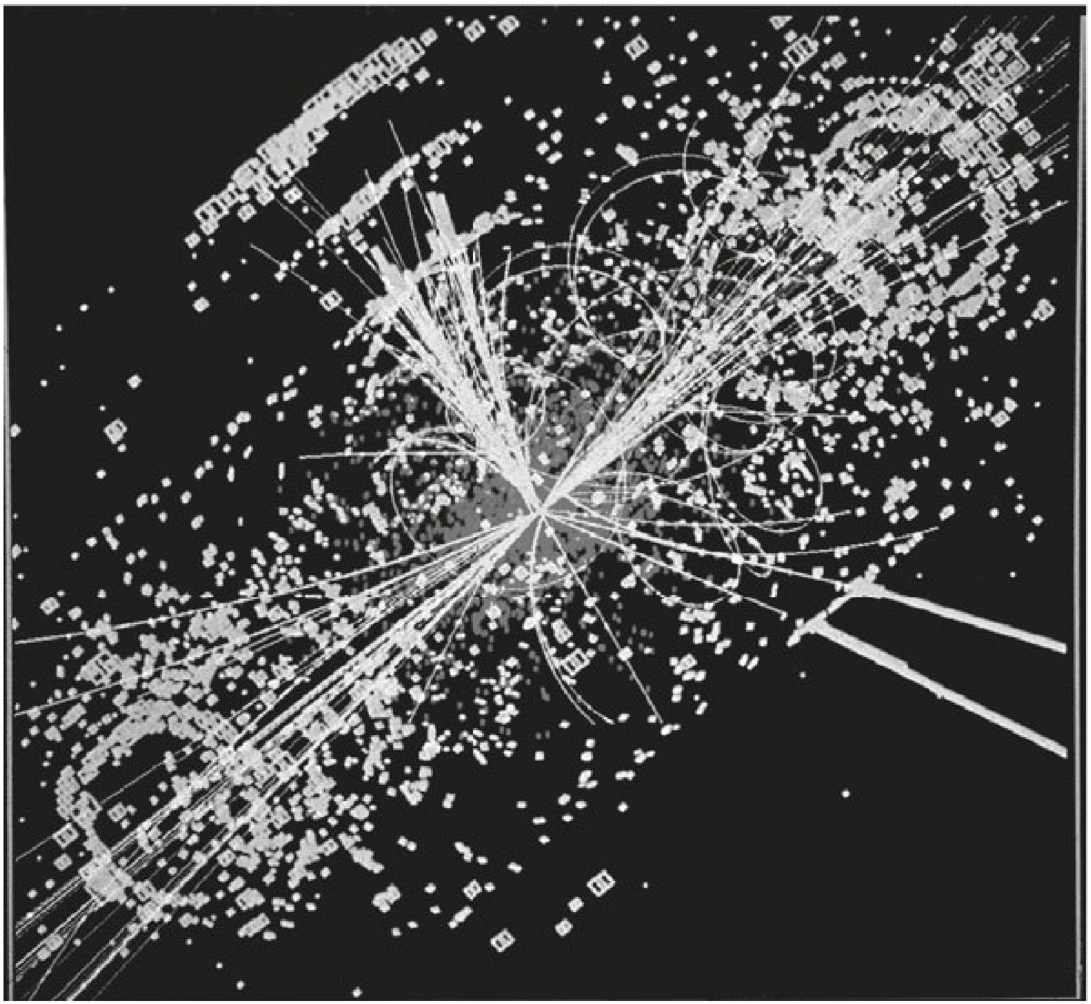
Por fin todo encaja: descubierta la «partícula de Dios»

El CERN ha anunciado hoy que se ha detectado la partícula que podría dar la explicación a la masa subatómica en el universo: el bosón de Higgs

4 de julio de 2012

El bosón de Higgs era la última pieza del modelo estándar que faltaba por encajar, y parece que ya la tenemos. La Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) ha anunciado el descubrimiento de una nueva partícula subatómica que confirma con altísima probabilidad la existencia del bosón de Higgs, conocido popularmente como la «partícula de Dios», aunque lo cierto es que el nombre que se le otorgó originalmente fue «*The Goddamn particle*» (la maldita partícula). Este es un hallazgo esencial que explica por qué existe la materia y cómo funciona la masa en el universo.

El mismo Peter Higgs, el primer teorizador sobre la partícula que lleva su nombre, estaba en el auditorio donde se han anunciado los resultados. No ha podido contener las lágrimas al escuchar la noticia y ha declarado: «Es lo más increíble que me ha pasado en toda mi vida».



Bosón de Higgs (simulación).

Esta historia subatómica comienza en 1964, cuando se publican tres artículos para intentar explicar por qué las partículas adquieren masa en el universo. Uno llama especialmente la atención: «Simetrías rotas y las masas de los bosones gauge», de Peter Higgs. En el artículo, Higgs sugiere que existe una partícula bosónica masiva. ¿Por qué esa idea?

Uno de los interrogantes más complicados de la ciencia de partículas es el origen de la masa, que explicaremos en el siguiente apartado. El mecanismo de Higgs corrige esta debilidad en el modelo estándar: en teoría, algunas partículas pueden no tener una masa en reposo, pero lo cierto es que sí la tienen. Según la hipótesis del campo de Higgs, las partículas solo adquieren su masa a través de la interacción con el campo, de tal manera que, cuanto mayor es la interacción, más se desacelera la partícula en el campo y mayor es su masa. Vamos a intentar explicarlo con claridad.

El problema de la masa

Con la fusión de la cuántica y la relatividad durante la segunda mitad del siglo XX, surge una teoría bella y elegante que suple las carencias de la física clásica de Newton y de la relatividad de Einstein: el modelo estándar de física de partículas. Este describe las partículas elementales, y aúna las cuatro interacciones fundamentales conocidas: la gravedad, el electromagnetismo, la fuerza nuclear fuerte y la fuerza nuclear débil.

Pero a la hora de encajar bien esta teoría sigue habiendo un problema: la masa de las partículas. Los fotones, por ejemplo, no tienen masa; por eso el alcance del electromagnetismo es infinito.

Sin embargo, la fuerza débil tiene muy poco alcance, lo que implica que hay bosones de gran masa. Y, si los hay, entonces, ¿dónde están? Los físicos llevaban mucho tiempo perdidos: no sabían cómo hacer que las partículas tuvieran masa dentro del modelo estándar.

Además, el modelo estándar tiene un obstáculo, y es que es muy delicado. Está basado en simetrías: simetrías de partículas, simetrías de fuerzas… Para añadir algo a la teoría, hay que hacer malabares para no descuadrar todas estas armonías.

Pero parece que sí, que estas armonías se pueden romper sin fastidiar al modelo y, de hecho, así aparece la masa de los bosones. Hay un campo presente en todo el espacio que da masa a las partículas y que se detecta cuando la simetría se rompe. Se trata de un fenómeno oculto: no lo detectamos a simple vista, pero llena todo nuestro universo.

Entonces, ¿qué es la masa? La masa sería la oposición al cambio de movimiento. No cuesta lo mismo mover un coche con tus manos que una carretilla, y la diferencia está en la masa. Y en cuanto al universo, lo que lo llena tiene que ser masa también, ya que dificulta los cambios de movimiento.

¿Y qué papel tiene aquí el bosón de Higgs? Las partículas elementales no son esferas diminutas como la física clásica nos hacía imaginar, más bien son manifestaciones de estos campos. Es como si diéramos una patada a un charco y salpicaran las gotas: el charco es el campo, y las gotas son las partículas. Así, el bosón de Higgs no es otra cosa que la excitación del campo de Higgs.

Hemos encontrado la «maldita» partícula

Los bosones de Higgs se han obtenido haciendo colisionar entre sí miles de millones de partículas para excitar el campo de Higgs, hasta que han aparecido.

La construcción del LHC (Gran Colisionador de Hadrones) fue una inversión multimillonaria y una apuesta enorme por la investigación científica. Es el acelerador de partículas más grande y de mayor energía que existe en el mundo, y está situado en la frontera franco-suiza, cerca de Ginebra. Ocupa una estructura en forma de anillo de 27 kilómetros de circunferencia y está ubicado a 100 metros bajo tierra. Contiene casi diez mil imanes y es capaz de acelerar trillones de protones para que recorran el anillo unas 11 veces por segundo, viajando al 99,9999991 % de la velocidad de la luz, que es el límite de velocidad en el universo. El objetivo al reproducir estas condiciones extremas es hacer que los protones choquen entre sí para que al descomponerse nos permitan detectar las partículas más pequeñas de entre todas ellas.

Tras años de trabajo en el LHC, los científicos lograron registrar billones de choques y produjeron una cantidad enorme de «huellas» candidatas a ser partículas de Higgs, pese a la dificultad intrínseca que supone que estas partículas existan durante menos de una billonésima de segundo y que para estudiar no queden más que huellas tras su «firma».

Hoy por fin ha llegado el momento: una de estas partículas ha mostrado todas las propiedades de descomposición, momento angular intrínseco y que caracterizan la partícula que se andaba buscando. Acaba de hacerse historia.

Viaje en el tiempo

Todavía queda mucho por saber sobre este descubrimiento, a pesar de su enorme éxito. Es probable que las respuestas a las muchas y más complejas preguntas sobre el bosón de Higgs tarden años e incluso décadas en llegar. Para empezar, las propiedades de la partícula se deben investigar más de cerca para aclarar si realmente es la partícula que las teorías predijeron o si resulta que se trata de otras de las partículas que cabe esperar que existan. El hallazgo va mucho más allá de esta partícula en sí y abre las puertas a la

posibilidad de probar otras teorías (sobre la supersimetría, por ejemplo), y de conocer con más profundidad algunos de los fundamentos físicos que se esconden detrás del origen del universo.

La técnica CRISPR: Francis Mojica, Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna

La edición genética que cambiará el mundo nació en Alicante: el CRISPR

Dos investigadoras han desarrollado una técnica de «cortapega» genético, basada en las investigaciones del español Francis Mojica

18 de agosto de 2012

Una mañana de 1992, el científico alicantino Francis Mojica estaba estudiando microbios aislados en las salinas de Santa Pola, en Alicante.

Veinte años más tarde, las investigadoras Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna acaban de publicar en la revista *Science* un artículo titulado «A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity», sobre la creación de una técnica de edición genética llamada CRISPR/Cas9, que es capaz de introducir modificaciones en nuestro ADN.

Las posibilidades que ofrece esta técnica solo podemos imaginárnoslas: prevención de enfermedades hereditarias, una agricultura más eficiente…

El cortapega genético

Con el desarrollo de esta técnica, las investigadoras han conseguido aprovechar un sistema de defensa inherente a nuestro organismo, con el fin de utilizarlo según nos convenga.

Las CRISPR (repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente espaciadas, o *Clustered Regularly Inter-Spaced Palindromic Repeats*) son un sistema que tienen las bacterias para reconocer los virus por su secuencia de

ADN y poder defenderse de ellos cortando esta secuencia con una proteína llamada Cas9. Este sistema se ha modificado con objeto de dirigir la «tijera» Cas9 adonde nosotros queramos; con ello aparece, pues, la técnica de edición genética CRISPR/Cas9.

A modo de comparación, podríamos decir que las CRISPR son unas secuencias de ADN de virus que guardan las bacterias, y que, como si de una colección de DNI de criminales se tratara, les permite identificar virus en vez de nuestras identidades. Cuando un virus infecta una bacteria, esta revisa en su colección de DNI si el virus en cuestión figuraba ya en su memoria. Si las secuencias (es decir, los DNI) coinciden, la Cas9 le pega un corte al ADN del virus y lo aniquila. ¡Así de simple!

La técnica denominada CRISPR/Cas9 que han desarrollado las investigadoras es una adaptación biotecnológica de este sistema de defensa. Si le damos a la Cas9 el DNI que nosotros queramos, es decir, una secuencia guía concreta, podemos producir un corte en la zona del ADN que decidamos. Las células detectan que el ADN se ha cortado y activan todas las alarmas: ese corte puede suponer la muerte, así que la maquinaria de reparación se pone manos a la obra y empieza a «añadir y quitar letras para pegar», como puede, los dos extremos de ADN. En esencia, lo que antes era un gen, una preciosa secuencia de ADN con sus instrucciones, ahora es un borratajo ininteligible. Y así es como CRISPR/Cas9 puede usarse para romper o «seleccionar» genes.

El alicantino que puso los cimientos

El microbiólogo Francis Mojica fue un joven investigador y entusiasta que se encontró muchas puertas cerradas para avanzar en sus estudios. «¿Para qué sirve lo que estás investigando?», le preguntaban constantemente.

Y es que a él le encantaba observar los pequeños microorganismos que poblaban las charcas extremadamente saladas de las salinas de Santa Pola.

Uno de esos microbios, el *Haloferax mediterranei*, era el causante de que las salinas adquirieran un color rosáceo. Durante el verano de 1992, Mojica observó que se repetía una y otra vez la misma secuencia de ADN del microbio, unas misteriosas reiteraciones a las que bautizó como «repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente espaciadas» (CRISPR).

En 2003, Mojica sugirió que esos palíndromos y sus espaciadores tenían una función protectora. Aquello era la clave de todo: los microbios recogían información para tener «fichados» los potenciales virus.

Era un sistema inmune bacteriano muy interesante, pero su descubrimiento fue rechazado por importantes revistas científicas, puesto que lo valoraron como poco «novedoso e importante».

Así pues, Mojica comentó el nombre con que lo había bautizado (CRISPR) a su compañero microbiólogo Ruud Jansen, de la Universidad de Utrecht, y este lo publicó en una revista, reconociendo el crédito a Mojica.

Viaje en el tiempo

La técnica CRISPR/Cas9 les ha valido el Nobel de Química de 2020 a las dos investigadoras Emmanuelle Charpentier y Jennifer Doudna, por el desarrollo de la técnica revolucionaria.

El potencial de esta herramienta es inmenso, como ya estamos observando.

En 2018, el sistema CRISPR/Cas9 permitió la creación de los primeros bebés humanos editados genéticamente por el científico chino He Jiankui en un experimento delirante por el que fue condenado a tres años de cárcel.

Exoplanetas: Michel Mayor y Didier Queloz

Descubiertos siete planetas potencialmente habitables y parecidos a la Tierra

La NASA ha anunciado el hallazgo: la mayoría son rocosos y tres de ellos podrían contener agua

22 de febrero de 2017

Cuando miramos al firmamento y vemos unos pequeños puntos de luz, sabemos que se trata de estrellas similares a nuestro Sol en otros sistemas solares.

Esto nos lleva a la siguiente pregunta: ¿Tienen también las estrellas rocas orbitando a su alrededor, como podría ser nuestra querida Tierra? ¿Tienen «exoplanetas»?

Desde hace dos décadas tenemos una respuesta afirmativa, pero ahora se ha detectado lo que parece ser un sistema solar completo.

Los astrónomos que utilizan el telescopio TRAPPIST del Observatorio Europeo Austral y el telescopio espacial Spitzer de la NASA han confirmado la existencia de, como mínimo, siete pequeños exoplanetas que orbitan en torno a la estrella TRAPPIST-1, una enana roja ultrafría a 39 años luz de la Tierra. Además, todos tienen un tamaño similar al de nuestro planeta, y las conjeturas sobre sus condiciones en superficie son favorables, por lo que potencialmente pueden ser habitables.

El tamaño del radio de esa estrella enana, la TRAPPIST-1, alcanza solo un 12 % del radio solar, y su temperatura superficial es de unos 2300 grados centígrados, frente a los 5500 de nuestra estrella.

Tres de estos planetas —designados de momento como E, F y G— se encuentran en la zona habitable de la estrella, allí donde la temperatura es adecuada para la existencia de agua líquida en la superficie. En los tres planetas más próximos a la estrella —designados como B, C y D— hace probablemente demasiado calor como para que pueda haber agua líquida. En

el más alejado de los siete —el planeta H—, hace probablemente demasiado frío.


Así se vería el sistema solar desde la perspectiva del planeta TRAPPIST-1f.

«Con este descubrimiento, hemos dado un salto de gigante y se ha avanzado en la búsqueda de planetas habitables y vida en otros mundos, potencialmente hablando», explicó Sara Seager, científica planetaria del Instituto de Tecnología de Massachusetts, durante la conferencia de prensa de ayer.

En busca de exoplanetas

El descubrimiento es obra del mismo equipo científico que hace nueve meses anunció el hallazgo de los tres primeros mundos alrededor de la TRAPPIST-1. Los científicos no han podido observar directamente los planetas, pero han deducido su existencia, su tamaño y su masa, debido a la reducción del brillo de la estrella cada vez que uno de los astros se interpone entre ella y la Tierra.

Sin embargo, la búsqueda de exoplanetas se remonta a mucho antes. El primero en detectar un planeta extrasolar fue el astrónomo polaco Aleksander Wolszczan, que comunicó en 1992 el descubrimiento de tres objetos subestelares de baja masa. Estos fueron los primeros planetas extrasolares

descubiertos, pero no orbitaban en torno a ninguna estrella, y se cree que se formaron de los restos de la explosión de una supernova.

El gran descubrimiento llegó tras una dura competición en la década de los noventa entre suizos y norteamericanos. Ganaron los suizos, y el primer exoplaneta alrededor de una estrella fue anunciado por Michel Mayor y Didier Queloz el 6 de octubre de 1995. La estrella principal era 51 Pegasi, y el planeta se llamó 51 Pegasi b (nombres muy pegadizos, como podrán observar). Unos meses después, el equipo americano, liderado por Geoffrey Marcy de la Universidad de California, anunció el descubrimiento de otros dos planetas extrasolares.

Viaje en el tiempo

En 2019, Michel Mayor y Didier Queloz fueron galardonados con el Premio Nobel de Física por haber descubierto el primer planeta extrasolar que orbita en torno a una estrella de tipo solar.

Hasta el 2 de julio de 2020, se han descubierto 3092 sistemas planetarios, entre los cuales se contabilizan 4171 cuerpos planetarios, y 155 de estos planetas están por encima de las 13 masas de Júpiter, es decir, su tamaño supera con creces el de cualquier planeta de nuestra Vía Láctea.

La búsqueda de exoplanetas y de vida más allá de nuestras fronteras no ha hecho más que empezar, y, con el desarrollo de una tecnología cada vez mejor y de telescopios más potentes, el límite de esos descubrimientos es inimaginable.



Rocío Vidal es periodista, publicista y máster en Comunicación Científica por la Universidad de Barcelona. Fundó el canal de YouTube *La gata de Schrödinger*, a través del cual difunde contenido sobre ciencia y pensamiento escéptico con un marcado toque de humor y crítica social. Con sus vídeos también intenta fomentar la curiosidad del público, tratando temas como la religión o la conciencia social y ambiental, entre otros.

Notas

[1] En la época, «estar de buen humor» significaba que la mezcla de tus humores te hacía tener un carácter agradable. La expresión ha trascendido a nuestros días. *(Nota de la Autora)*. <<

[2] La fuente más directa es del historiador coetáneo Sócrates Escolástico. *(N. de la A.)* <<

[3] Esta simbología es más moderna, la original consistía en símbolos árabes. *(N. de la A.)* <<

[4] Una raíz es lo que actualmente llamaríamos «la *x*» o «la incógnita» y los cuadrados sería la «x^2». *(N. de la A.)* <<

[5] Ejemplo con símbolos: $x^2 + 12 = 28$. *(N. de la A.)* <<

[6] Estas dos últimas frases son un extracto de una columna de la edición de septiembre de 1856 de la *Scientific American* titulada «Scientific Ladies». *(N. de la A.)* <<

[7] En realidad, Alfred Newton hizo estas declaraciones en una carta dirigida a su hermano Edward, en la que le explicaba cómo se había desarrollado el encuentro. *(N. de la A.)* <<

[8] Realmente esta es la segunda tabla que publicó en 1871, añadiendo dos columnas a la original y haciendo predicciones de los elementos que faltaban. *(N. de la A.)* <<

[9] Relato extraído de *Recuerdos de mi vida*, de Ramón y Cajal (1901). *(N. de la A.)* <<

[10] Estas declaraciones las hizo en una carta a su amigo Max Born. Al contrario de cómo se ha entendido, con «Él» Einstein se refería al universo, no a Dios. *(N. de la A.)* <<

[11] El término «Terciario» está en desuso, la literatura científica actual habla de la extinción del Cretácico-Paleógeno para denominar este evento. *(N. de la A.)* <<